

(43)公開日 平成15年1月10日(2003.1.10)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 T 7/20		G 0 6 T 7/20	B 5 B 0 5 7
3/00	4 0 0	3/00	4 0 0 A 5 C 0 2 3
H 0 3 M 7/36		H 0 3 M 7/36	5 C 0 5 4
H 0 4 N 5/262		H 0 4 N 5/262	5 C 0 5 9
7/18		7/18	K 5 J 0 6 4
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 74 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2001-189197(P2001-189197)	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日	平成13年6月22日(2001.6.22)	(72)発明者	近藤 哲二郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72)発明者	石橋 淳一 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(74)代理人	100082131 弁理士 稲本 義雄

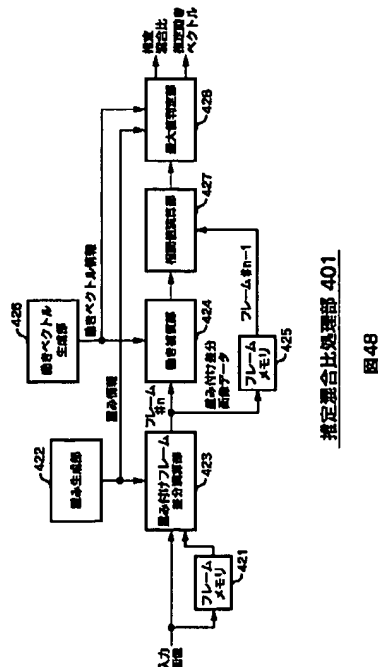
最終頁に続く

特 (54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 混合比を検出すると共に、動きベクトルを検出する。

【解決手段】 重み生成部４２２は、複数の重みを生成する。重み付けフレーム差分演算部４２３は、注目フレームの各画素と、注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、重みに基づく重み付け差分を算出する。動きベクトル生成部４２６は、複数の動きベクトルを生成する。動き補償部４２４は、動きベクトルに応じて、注目フレームの重み付け差分と隣接フレームの重み付け差分との相対的な位置を合わせる。相関値演算部４２７は、注目フレームの重み付け差分の注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分の対応ブロックとの相関を演算する。最大値判定部４２８は、相関が最大となる重みおよび動きベクトルを検出する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理装置において、現実世界では複数であるオブジェクトの前記画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みを生成し、生成した個々の前記重みを示す重み付け情報を生成する重み付け情報生成手段と、

前記画像データの注目フレームの各画素と、前記画像データの前記注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、前記重み付け情報で示される前記重みに基づく重み付け差分を算出し、前記注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力する重み付け差分画像データ算出手段と、

前記注目フレームの前記画素データと前記隣接フレームの前記画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルを生成し、生成した個々の前記動きベクトルを示す動きベクトル情報を生成する動きベクトル情報生成手段と、

前記動きベクトル情報で示される前記動きベクトルに応じて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データと前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データとの相対的な位置を合わせて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力する重み付け差分画像間相関データ演算手段と、

前記重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、前記重み付け差分画像データ間の相関が最大となる前記重みおよび前記動きベクトルを検出し、検出された前記重みを前記注目フレームの前記単位に対応する前記混合比に設定し、検出された前記動きベクトルを前記注目フレームの前記単位に対応する前記動きベクトルに設定し、前記混合比および前記動きベクトルのうち少なくとも一方を出力する検出手段とを含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記重み付け差分画像間相関データ演算手段は、前記動きベクトル情報で示される前記動きベクトルに応じて、少なくとも、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データ、前記注目フレームの前のフレームの前記重み付け差分画像データ、および前記注目フレームの次のフレームの前記重み付け差分画像データの相対的な位置を合わせて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、前記前のフレームの前記重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックと、前記次のフレームの前記重み付け差分

2

画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力するを含むことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記重み付け差分画像間相関データ演算手段は、前記相関として、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる前記注目ブロックと、前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる前記対応ブロックとの差分絶対値を演算し、前記重み付け差分画像間相関データとして出力することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記重み付け差分画像間相関データ演算手段は、前記相関として、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる前記注目ブロックと、前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる前記対応ブロックとの差分絶対値和を演算し、前記重み付け差分画像間相関データとして出力することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記重み付け差分画像データ算出手段は、前記注目フレームの前記画素が、複数の前記オブジェクトが混合されている混合領域であって、前景のオブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域に属する場合、前記注目フレームの各画素と、前記注目フレームの前の前記フレームの各画素との間で、前記重み付け情報で示される前記重みによる重み付け差分を算出し、前記注目フレームの前記画素が、複数の前記オブジェクトが混合されている混合領域であって、前記前景のオブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、前記注目フレームの各画素と、前記注目フレームの次の前記フレームの各画素との間で、前記重み付け情報で示される前記重みによる重み付け差分を算出することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記画像データにおいて複数の前記オブジェクトのうちの前景となるオブジェクトからなる前景領域、前記画像データにおいて複数の前記オブジェクトのうちの背景となるオブジェクトからなる背景領域、複数の前記オブジェクトが混合されている混合領域であって、前景のオブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域、および前記混合領域であって、前記前景のオブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域を特定し、前記前景領域、前記背景領域、並びに前記カバードバックグラウンド領域および前記アンカバードバックグラウンド領域を含む前記混合領域を示す領域情報を生成する領域情報生成手段をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記検出手段は、複数の前記オブジェク

50

3

トが混合されている混合領域に属する、前記注目フレームの前記画素の前記混合比を検出することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記混合比を基に、前記画素データから、複数の前記オブジェクトのうちの少なくとも前景となるオブジェクトを分離する分離手段をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項9】 分離された前記前景となるオブジェクトの動きボケの量を調整する動きボケ調整手段をさらに含むことを特徴とする請求項8に記載の画像処理装置。

【請求項10】 前記動きベクトルを基に、分離された前記前景となるオブジェクトのノイズを除去するノイズ除去手段をさらに含むことを特徴とする請求項8に記載の画像処理装置。

【請求項11】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理方法において、現実世界では複数であるオブジェクトの前記画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みを生成し、生成した個々の前記重みを示す重み付け情報を生成する重み付け情報生成ステップと、

前記画像データの注目フレームの各画素と、前記画像データの前記注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、前記重み付け情報で示される前記重みに基づく重み付け差分を算出し、前記注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力する重み付け差分画像データ算出ステップと、

前記注目フレームの前記画素データと前記隣接フレームの前記画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルを生成し、生成した個々の前記動きベクトルを示す動きベクトル情報を生成する動きベクトル情報生成ステップと、

前記動きベクトル情報で示される前記動きベクトルに応じて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データと前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データとの相対的な位置を合わせて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力する重み付け差分画像間相関データ演算ステップと、

前記重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、前記重み付け差分画像データ間の相関が最大となる前記重みおよび前記動きベクトルを検出し、検出された前記重みを前記注目フレームの前記単位に対応する前記混合比に設定し、検出された前記動きベクトルを前記注目フレームの前記単位に対応する前記動きベクトルに設定し、前記混合比および前記動き

4

ベクトルのうち少なくとも一方を出力する検出ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項12】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理用のプログラムであって、

現実世界では複数であるオブジェクトの前記画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みを生成し、生成した個々の前記重みを示す重み付け情報を生成する重み付け情報生成ステップと、

前記画像データの注目フレームの各画素と、前記画像データの前記注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、前記重み付け情報で示される前記重みに基づく重み付け差分を算出し、前記注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力する重み付け差分画像データ算出ステップと、

前記注目フレームの前記画素データと前記隣接フレームの前記画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルを生成し、生成した個々の前記動きベクトルを示す動きベクトル情報を生成する動きベクトル情報生成ステップと、

前記動きベクトル情報で示される前記動きベクトルに応じて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データと前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データとの相対的な位置を合わせて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力する重み付け差分画像間相関データ演算ステップと、

前記重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、前記重み付け差分画像データ間の相関が最大となる前記重みおよび前記動きベクトルを検出し、検出された前記重みを前記注目フレームの前記単位に対応する前記混合比に設定し、検出された前記動きベクトルを前記注目フレームの前記単位に対応する前記動きベクトルに設定し、前記混合比および前記動きベクトルのうち少なくとも一方を出力する検出ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項13】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理するコンピュータに、現実世界では複数であるオブジェクトの前記画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みを生成し、生成した個々の前記重みを示す重み付け情報を生成する重み付け情報生成ステップと、

前記画像データの注目フレームの各画素と、前記画像データの前記注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、前記重み付け情報で示される前記重みに基づく重み付け差分を算出し、前記注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力する重み付け差分画像データ算出ステップと、

前記注目フレームの前記画素データと前記隣接フレームの前記画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルを生成し、生成した個々の前記動きベクトルを示す動きベクトル情報を生成する動きベクトル情報生成ステップと、

前記動きベクトル情報で示される前記動きベクトルに応じて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データと前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データとの相対的な位置を合わせて、前記注目フレームの前記重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、前記隣接フレームの前記重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力する重み付け差分画像間相関データ演算ステップと、

前記重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、前記重み付け差分画像データ間の相関が最大となる前記重みおよび前記動きベクトルを検出し、検出された前記重みを前記注目フレームの前記単位に対応する前記混合比に設定し、検出された前記動きベクトルを前記注目フレームの前記単位に対応する前記動きベクトルに設定し、前記混合比および前記動きベクトルのうち少なくとも一方を出力する検出ステップとを実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関し、特に、センサにより検出した信号と現実世界との違いを考慮した画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】現実世界における事象をセンサで検出し、画像センサが出力するサンプリングデータを処理する技術が広く利用されている。

【0003】例えば、静止している所定の背景の前で移動する物体をビデオカメラで撮像して得られる画像には、物体の移動速度が比較的速い場合、動きボケが生じることになる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】静止している背景の前で物体が移動するとき、移動する物体の画像自身の混ざり合いによる動きボケのみならず、背景の画像と移動する物体の画像との混ざり合いが生じる。従来は、背景の

画像と移動する物体の画像との混ざり合いの割合を示す混合比を検出することは、考えられていなかった。

【0005】また、背景の画像と移動する物体の画像との混ざり合っている領域を考慮して、移動する物体の動きベクトルを検出することはできなかった。

【0006】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、背景の画像と移動する物体の画像との混ざり合いの割合を示す混合比を検出すると共に、背景の画像と移動する物体の画像との混ざり合っている領域を考慮して、移動する物体の動きベクトルを検出することができるようにすることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の画像処理装置は、現実世界では複数であるオブジェクトの画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みを生成し、生成した個々の重みを示す重み付け情報を生成する重み付け情報生成手段と、画像データの注目フレームの各画素と、画像データの注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、重み付け情報で示される重みに基づく重み付け差分を算出し、注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力する重み付け差分画像データ算出手段と、注目フレームの画素データと隣接フレームの画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルを生成し、生成した個々の動きベクトルを示す動きベクトル情報を生成する動きベクトル情報生成手段と、動きベクトル情報で示される動きベクトルに応じて、注目フレームの重み付け差分画像データと隣接フレームの重み付け差分画像データとの相対的な位置を合わせて、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力する重み付け差分画像間相関データ演算手段と、重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、重み付け差分画像データ間の相関が最大となる重みおよび動きベクトルを検出し、検出された重みを注目フレームの単位に対応する混合比に設定し、検出された動きベクトルを注目フレームの単位に対応する動きベクトルに設定し、混合比および動きベクトルのうち少なくとも一方を出力する検出手段とを含むことを特徴とする。

【0008】重み付け差分画像間相関データ演算手段は、動きベクトル情報で示される動きベクトルに応じて、少なくとも、注目フレームの重み付け差分画像データ、注目フレームの前のフレームの重み付け差分画像データ、および注目フレームの次のフレームの重み付け差分画像データの相対的な位置を合わせて、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少

なくとも1画素からなる注目ブロックと、前のフレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックと、次のフレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力するようにすることができる。

【0009】重み付け差分画像間相関データ演算手段は、相関として、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの差分絶対値を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力するようにすることができる。

【0010】重み付け差分画像間相関データ演算手段は、相関として、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの差分絶対値和を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力するようにすることができる。

【0011】重み付け差分画像データ算出手段は、注目フレームの画素が、複数のオブジェクトが混合されている混合領域であって、前景のオブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域に属する場合、注目フレームの各画素と、注目フレームの前のフレームの各画素との間で、重み付け情報で示される重みによる重み付け差分を算出し、注目フレームの画素が、複数のオブジェクトが混合されている混合領域であって、前景のオブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、注目フレームの各画素と、注目フレームの次のフレームの各画素との間で、重み付け情報で示される重みによる重み付け差分を算出するようにすることができる。

【0012】画像処理装置は、画像データにおいて複数のオブジェクトのうちの前景となるオブジェクトからなる前景領域、画像データにおいて複数のオブジェクトのうちの背景となるオブジェクトからなる背景領域、複数のオブジェクトが混合されている混合領域であって、前景のオブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域、および混合領域であって、前景のオブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域を特定し、前景領域、背景領域、並びにカバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を含む混合領域を示す領域情報を生成する領域情報生成手段をさらに設けることができる。

【0013】検出手段は、複数のオブジェクトが混合されている混合領域に属する、注目フレームの画素の混合比を検出するようにすることができる。

【0014】画像処理装置は、混合比を基に、画素デー

タから、複数のオブジェクトのうちの少なくとも前景となるオブジェクトを分離する分離手段をさらに設けることができる。

【0015】画像処理装置は、分離された前景となるオブジェクトの動きボケの量を調整する動きボケ調整手段をさらに設けることができる。

【0016】画像処理装置は、動きベクトルを基に、分離された前景となるオブジェクトのノイズを除去するノイズ除去手段をさらに設けることができる。

【0017】本発明の画像処理方法は、現実世界では複数であるオブジェクトの画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みを生成し、生成した個々の重みを示す重み付け情報を生成する重み付け情報生成ステップと、画像データの注目フレームの各画素と、画像データの注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、重み付け情報で示される重みに基づく重み付け差分を算出し、注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力する重み付け差分画像データ算出ステップと、注目フレームの画素データと隣接フレームの画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルを生成し、生成した個々の動きベクトルを示す動きベクトル情報を生成する動きベクトル情報生成ステップと、動きベクトル情報で示される動きベクトルに応じて、注目フレームの重み付け差分画像データと隣接フレームの重み付け差分画像データとの相対的な位置を合わせて、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力する重み付け差分画像間相関データ演算ステップと、重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、重み付け差分画像データ間の相関が最大となる重みおよび動きベクトルを検出し、検出された重みを注目フレームの単位に対応する混合比に設定し、検出された動きベクトルを注目フレームの単位に対応する動きベクトルに設定し、混合比および動きベクトルのうち少なくとも一方を出力する検出ステップとを含むことを特徴とする。

【0018】本発明の記録媒体のプログラムは、現実世界では複数であるオブジェクトの画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みを生成し、生成した個々の重みを示す重み付け情報を生成する重み付け情報生成ステップと、画像データの注目フレームの各画素と、画像データの注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、重み付け情報で示される重みに基づく重み付け差分を算出し、注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力する重み付け差分画像データ算出ステッ

ブと、注目フレームの画素データと隣接フレームの画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルを生成し、生成した個々の動きベクトルを示す動きベクトル情報を生成する動きベクトル情報生成ステップと、動きベクトル情報で示される動きベクトルに応じて、注目フレームの重み付け差分画像データと隣接フレームの重み付け差分画像データとの相対的な位置を合わせて、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力する重み付け差分画像間相関データ演算ステップと、重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、重み付け差分画像データ間の相関が最大となる重みおよび動きベクトルを検出し、検出された重みを注目フレームの単位に対応する混合比に設定し、検出された動きベクトルを注目フレームの単位に対応する動きベクトルに設定し、混合比および動きベクトルのうち少なくとも一方を出力する検出ステップとを含むことを特徴とする。

【0019】本発明のプログラムは、現実世界では複数であるオブジェクトの画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みを生成し、生成した個々の重みを示す重み付け情報を生成する重み付け情報生成ステップと、画像データの注目フレームの各画素と、画像データの注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、重み付け情報で示される重みに基づく重み付け差分を算出し、注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力する重み付け差分画像データ算出ステップと、注目フレームの画素データと隣接フレームの画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルを生成し、生成した個々の動きベクトルを示す動きベクトル情報を生成する動きベクトル情報生成ステップと、動きベクトル情報で示される動きベクトルに応じて、注目フレームの重み付け差分画像データと隣接フレームの重み付け差分画像データとの相対的な位置を合わせて、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関を演算し、重み付け差分画像間相関データとして出力する重み付け差分画像間相関データ演算ステップと、重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、重み付け差分画像データ間の相関が最大となる重みおよび動きベクトルを検出し、検出された重みを注目フレームの単位に対応する混合比に設定し、検出された動きベクトルを注目フレームの単位に対応する動きベクトルに設定し、混合比および動きベクトルのうち少

なくとも一方を出力する検出ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0020】本発明の画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムにおいては、現実世界では複数であるオブジェクトの画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みが生成され、生成した個々の重みを示す重み付け情報が生成され、画像データの注目フレームの各画素と、画像データの注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、重み付け情報で示される重みに基づく重み付け差分が算出され、注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力され、注目フレームの画素データと隣接フレームの画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルが生成され、生成した個々の動きベクトルを示す動きベクトル情報が生成され、動きベクトル情報で示される動きベクトルに応じて、注目フレームの重み付け差分画像データと隣接フレームの重み付け差分画像データとの相対的な位置が合わされ、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関が演算され、重み付け差分画像間相関データとして出力され、重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、重み付け差分画像データ間の相関が最大となる重みおよび動きベクトルが検出され、検出された重みが注目フレームの単位に対応する混合比に設定され、検出された動きベクトルが注目フレームの単位に対応する動きベクトルに設定され、混合比および動きベクトルのうち少なくとも一方が出力される。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る信号処理装置の一実施の形態を示す図である。CPU (Central Processing Unit) 21は、ROM (Read Only Memory) 22、または記憶部28に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM (Random Access Memory) 23には、CPU21が実行するプログラムやデータなどが適宜記憶される。これらのCPU21、ROM22、およびRAM23は、バス24により相互に接続されている。

【0022】CPU21にはまた、バス24を介して入出力インタフェース25が接続されている。入出力インタフェース25には、キーボード、マウス、マイクロホンなどよりなる入力部26、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部27が接続されている。CPU21は、入力部26から入力される指令に対応して各種の処理を実行する。そして、CPU21は、処理の結果得られた画像や音声等を出力部27に出力する。

【0023】入出力インタフェース25に接続されている記憶部28は、例えばハードディスクなどで構成さ

れ、CPU2 1が実行するプログラムや各種のデータを記憶する。通信部29は、インターネット、その他のネットワークを介して外部の装置と通信する。この例の場合、通信部29はセンサの出力を取り込む取得部として働く。

【0024】また、通信部29を介してプログラムを取得し、記憶部28に記憶してもよい。

【0025】入出力インタフェース25に接続されているドライブ30は、磁気ディスク51、光ディスク52、光磁気ディスク53、或いは半導体メモリ54などが装着されたとき、それらを駆動し、そこに記録されているプログラムやデータなどを取得する。取得されたプログラムやデータは、必要に応じて記憶部28に転送され、記憶される。

【0026】図2は、信号処理装置を示すブロック図である。

【0027】なお、信号処理装置の各機能をハードウェアで実現するか、ソフトウェアで実現するかは問わない。つまり、本明細書の各ブロック図は、ハードウェアのブロック図と考えても、ソフトウェアによる機能ブロック図と考えても良い。

【0028】この明細書では、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトに対応する画像を、画像オブジェクトと称する。

【0029】信号処理装置に供給された入力画像は、領域特定部101、同時検出部102、および前景背景分離部103に供給される。

【0030】領域特定部101は、入力された画像の画素のそれぞれを、後述する前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに特定し、画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに属するかを示す情報（以下、領域情報と称する）を同時検出部102、前景背景分離部103、および動きボケ調整部104に供給する。

【0031】同時検出部102は、入力画像、および領域特定部101から供給された領域情報を基に、混合領域に含まれる画素に対応する混合比（以下、混合比 $\alpha$ と称する）および前景のオブジェクトに対応する動きベクトルを検出して、検出した混合比を前景背景分離部103に供給し、検出した動きベクトルを動きボケ調整部104に供給する。

【0032】混合比 $\alpha$ は、後述する式（3）に示されるように、画素値における、背景のオブジェクトに対応する画像の成分（以下、背景の成分とも称する）の割合を示す値である。

【0033】同時検出部102が出力する動きベクトルには、動き量 $v$ に対応する情報が含まれている。

【0034】動き量 $v$ は、動いているオブジェクトに対応する画像の位置の変化を画素間隔を単位として表す値である。例えば、前景に対応するオブジェクトの画像

が、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分離した位置に表示されるように移動しているとき、前景に対応するオブジェクトの画像の動き量 $v$ は、4とされる。

【0035】なお、同時検出部102は、混合領域の画素に対応させて、動きベクトルを検出するようにすることもできる。

【0036】前景背景分離部103は、領域特定部101から供給された領域情報、および同時検出部102から供給された混合比 $\alpha$ を基に、前景のオブジェクトに対応する画像の成分（以下、前景の成分とも称する）のみから成る前景成分画像と、背景の成分のみから成る背景成分画像とに入力画像を分離して、前景成分画像を動きボケ調整部104および選択部105に供給する。なお、分離された前景成分画像を最終的な出力とすることも考えられる。従来の混合領域を考慮しないで前景と背景だけを特定し、分離していた方式に比べ正確な前景と背景を得ることが出来る。

【0037】動きボケ調整部104は、動きベクトルからわかる動き量 $v$ および領域情報を基に、前景成分画像に含まれる1以上の画素を示す処理単位を決定する。処理単位は、動きボケの量の調整の処理の対象となる1群の画素を指定するデータである。

【0038】動きボケ調整部104は、信号処理装置に入力された動きボケ調整量、前景背景分離部103から供給された前景成分画像、同時検出部102から供給された動きベクトル、および処理単位を基に、前景成分画像に含まれる動きボケを除去する、動きボケの量を減少させる、または動きボケの量を増加させるなど前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部105に出力する。動きベクトルは使わないこともある。

【0039】ここで、動きボケとは、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトの動きと、センサの撮像の特性とにより生じる、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれている歪みをいう。

【0040】選択部105は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部103から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部104から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0041】次に、図3乃至図18を参照して、信号処理装置に供給される入力画像について説明する。

【0042】図3は、センサによる撮像を説明する図である。センサは、例えば、固体撮像素子であるCCD (Charge-Coupled Device) エリアセンサを備えたCCDビデオカメラなどで構成される。現実世界における、前景に対応するオブジェクトは、現実世界における、背景に対応するオブジェクトと、センサとの間を、例えば、図中の

左側から右側に水平に移動する。

【0043】センサは、前景に対応するオブジェクトを、背景に対応するオブジェクトと共に撮像する。センサは、撮像した画像を1フレーム単位で出力する。例えば、センサは、1秒間に30フレームから成る画像を出力する。センサの露光時間は、1/30秒とすることができる。露光時間は、センサが入力された光の電荷への変換を開始してから、入力された光の電荷への変換を終了するまでの期間である。以下、露光時間をシャッタ時間とも称する。

【0044】図4は、画素の配置を説明する図である。図4中において、A乃至Iは、個々の画素を示す。画素は、画像に対応する平面上に配置されている。1つの画素に対応する1つの検出素子は、センサ上に配置されている。センサが画像を撮像するとき、1つの検出素子は、画像を構成する1つの画素に対応する画素値を出力する。例えば、検出素子のX方向の位置は、画像上の横方向の位置に対応し、検出素子のY方向の位置は、画像上の縦方向の位置に対応する。

【0045】図5に示すように、例えば、CCDである検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力された光を電荷に変換して、変換された電荷を蓄積する。電荷の量は、入力された光の強さと、光が入力されている時間にほぼ比例する。検出素子は、シャッタ時間に対応する期間において、入力された光から変換された電荷を、既に蓄積されている電荷に加えていく。すなわち、検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力される光を積分して、積分された光に対応する量の電荷を蓄積する。検出素子は、時間に対して、積分効果があるとも言える。

【0046】検出素子に蓄積された電荷は、図示せぬ回路により、電圧値に変換され、電圧値は更にデジタルデータなどの画素値に変換されて出力される。従って、センサから出力される個々の画素値は、前景または背景に対応するオブジェクトの空間的に広がりを持つある部分を、シャッタ時間について積分した結果である、1次元の空間に射影された値を有する。

【0047】信号処理装置は、このようなセンサの蓄積の動作により、出力信号に埋もれてしまった有意な情報、例えば、混合比 $\alpha$ を抽出する。信号処理装置は、前景の画像オブジェクト自身が混ざり合うことによる生ずる歪みの量、例えば、動きボケの量などを調整する。また、信号処理装置は、前景の画像オブジェクトと背景の画像オブジェクトとが混ざり合うことにより生ずる歪みの量を調整する。

【0048】図6は、動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。図6

(A)は、動きを伴う前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して

得られる画像を示している。図6(A)に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に左から右に動いている。

【0049】図6(B)は、図6(A)に示す画像の1つのラインに対応する画素値を時間方向に展開したモデル図である。図6(B)の横方向は、図6(A)の空間方向Xに対応している。

【0050】背景領域の画素は、背景の成分、すなわち、背景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。前景領域の画素は、前景の成分、すなわち、前景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。

【0051】混合領域の画素は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されている。混合領域は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されているので、歪み領域ともいえる。混合領域は、更に、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域に分類される。

【0052】カバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の前端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が前景に覆い隠される領域をいう。

【0053】これに対して、アンカバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の後端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が現れる領域をいう。

【0054】このように、前景領域、背景領域、またはカバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域を含む画像が、領域特定部101、同時検出部102、および前景背景分離部103に入力画像として入力される。

【0055】図7は、以上のような、背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。図6に示す画像に対応する場合、背景領域は、静止部分であり、前景領域は、動き部分であり、混合領域のカバードバックグラウンド領域は、背景から前景に変化する部分であり、混合領域のアンカバードバックグラウンド領域は、前景から背景に変化する部分である。

【0056】図8は、静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して1列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。例えば、隣接して1列に並んでいる画素として、画面の1つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

【0057】図8に示すF01乃至F04の画素値は、静止している前景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。図8に示すB01乃至B04の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。



【0058】図8における縦方向は、図中の上から下に向かって時間が経過する。図8中の矩形の上辺の位置は、センサが入力された光の電荷への変換を開始する時刻に対応し、図8中の矩形の下辺の位置は、センサが入力された光の電荷への変換を終了する時刻に対応する。すなわち、図8中の矩形の上辺から下辺までの距離は、シャッタ時間に対応する。

【0059】以下において、シャッタ時間とフレーム間隔とが同一である場合を例に説明する。

【0060】図8における横方向は、図6で説明した空間方向 $x$ に対応する。より具体的には、図8に示す例において、図8中の“F01”と記載された矩形の左辺から“B04”と記載された矩形の右辺までの距離は、画素のピッチの8倍、すなわち、連続している8つの画素の間隔に対応する。

【0061】前景のオブジェクトおよび背景のオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される光は変化しない。

【0062】ここで、シャッタ時間に対応する期間を2つ以上の同じ長さの期間に分割する。例えば、仮想分割数を4とすると、図8に示すモデル図は、図9に示すモデルとして表すことができる。仮想分割数は、前景に対応するオブジェクトのシャッタ時間内での動き量 $v$ などに対応して設定される。例えば、4である動き量 $v$ に対応して、仮想分割数は、4とされ、シャッタ時間に対応する期間は4つに分割される。

【0063】図中の最も上の行は、シャッタが開いて最初の、分割された期間に対応する。図中の上から2番目の行は、シャッタが開いて2番目の、分割された期間に対応する。図中の上から3番目の行は、シャッタが開いて3番目の、分割された期間に対応する。図中の上から4番目の行は、シャッタが開いて4番目の、分割された期間に対応する。

【0064】以下、動き量 $v$ に対応して分割されたシャッタ時間をシャッタ時間/ $v$ とも称する。

【0065】前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサに入力される光は変化しないので、前景の成分 $F01/v$ は、画素値 $F01$ を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、前景の成分 $F02/v$ は、画素値 $F02$ を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分 $F03/v$ は、画素値 $F03$ を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分 $F04/v$ は、画素値 $F04$ を仮想分割数で除した値に等しい。

【0066】背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサに入力される光は変化しないので、背景の成分 $B01/v$ は、画素値 $B01$ を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、背景の成分 $B02/v$ は、画素値 $B02$ を仮想分割数で除した値に等しく、 $B03/v$ は、画素値 $B03$ を仮想分割数で除した値に等しく、 $B04/v$ は、画素値 $B04$ を仮想分割数

で除した値に等しい。

【0067】すなわち、前景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される前景のオブジェクトに対応する光が変化しないので、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッタが開いて2番目の、シャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/ $v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ とは、同じ値となる。 $F02/v$ 乃至 $F04/v$ も、 $F01/v$ と同様の関係を有する。

【0068】背景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される背景のオブジェクトに対応する光は変化しないので、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ $v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて2番目の、シャッタ時間/ $v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/ $v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/ $v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ とは、同じ値となる。 $B02/v$ 乃至 $B04/v$ も、同様の関係を有する。

【0069】次に、前景に対応するオブジェクトが移動し、背景に対応するオブジェクトが静止している場合について説明する。

【0070】図10は、前景に対応するオブジェクトが図中の右側に向かって移動する場合の、カバードバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図10において、前景の動き量 $v$ は、4である。1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図10において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動する。

【0071】図10において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、前景領域に属する。図10において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。図10において、最も右側の画素は、背景領域に属する。

【0072】前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトを覆い隠すように移動しているので、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、背景の成分から、前景の成分に替わる。

【0073】例えば、図10中に太線枠を付した画素値 $M$ は、式(1)で表される。

【0074】

$$M = B02/v + B02/v + F07/v + F06/v \quad (1)$$

【0075】例えば、左から5番目の画素は、1つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する背景の成分を含み、3つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分を含むので、左から5番目の画素の混合比 $\alpha$ は、 $1/4$ である。左から6番目の画素は、2つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する背景の成分を含み、2つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分を含むので、左から6番目の画素の混合比 $\alpha$ は、 $1/2$ である。左から7番目の画素は、3つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する背景の成分を含み、1つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分を含むので、左から7番目の画素の混合比 $\alpha$ は、 $3/4$ である。

【0076】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分 $F07/\Delta t$ は、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F07/\Delta t$ は、図10中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分と、図10中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0077】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分 $F06/\Delta t$ は、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F06/\Delta t$ は、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分と、図10中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0078】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分 $F05/\Delta t$ は、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F05/\Delta t$ は、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分と、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0079】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例え

ば、図10中の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分 $F04/\Delta t$ は、図10中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F04/\Delta t$ は、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分と、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0080】動いているオブジェクトに対応する前景の領域は、このように動きボケを含むので、歪み領域とも言える。

【0081】図11は、前景が図中の右側に向かって移動する場合の、アンカバードバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図11において、前景の動き量 $v$ は、4である。1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図11において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に移動する。

【0082】図11において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、背景領域に属する。図11において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、アンカバードバックグラウンドである混合領域に属する。図11において、最も右側の画素は、前景領域に属する。

【0083】背景に対応するオブジェクトを覆っていた前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトの前から取り除かれるように移動しているので、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、前景の成分から、背景の成分に替わる。

【0084】例えば、図11中に太線棒を付した画素値 $M'$ は、式(2)で表される。

【0085】

$$M' = F02/\Delta t + F01/\Delta t + B26/\Delta t + B26/\Delta t \quad (2)$$

【0086】例えば、左から5番目の画素は、3つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する背景の成分を含み、1つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分を含むので、左から5番目の画素の混合比 $\alpha$ は、 $3/4$ である。左から6番目の画素は、2つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する背景の成分を含み、2つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分を含むので、左から6番目の画素の混合比 $\alpha$ は、 $1/2$ である。左から7番目の画素は、1つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する背景の成分を含み、3つのシャッタ時間 $\Delta t$ に対応する前景の成分を含むので、左から7番目の画素の混合比 $\alpha$ は、 $1/4$ である。

【0087】式(1)および式(2)をより一般化すると、画素値 $M$ は、式(3)で表される。

【0088】

\* \* 【数1】

$$M = \alpha \cdot B + \sum_i F_i / v$$

(3)

ここで、 $\alpha$ は、混合比である。Bは、背景の画素値であり、 $F_i/v$ は、前景の成分である。

【0089】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとは仮定でき、かつ、動き量 $v$ が4であるので、例えば、図11中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F01/v$ は、図11中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、 $F01/v$ は、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分と、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0090】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとは仮定でき、かつ、仮想分割数が4であるので、例えば、図11中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F02/v$ は、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F02/v$ は、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。

【0091】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとは仮定でき、かつ、動き量 $v$ が4であるので、例えば、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F03/v$ は、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。

【0092】図9乃至図11の説明において、仮想分割数は、4であるとして説明したが、仮想分割数は、動き量 $v$ に対応する。動き量 $v$ は、一般に、前景に対応するオブジェクトの移動速度に対応する。例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動しているとき、動き量 $v$ は、4とされる。動き量 $v$ に対応し、仮想分割数は、4とされる。同様に、例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて6画素分左側に表示されるように移動しているとき、動き量 $v$ は、6とされ、仮想分割数は、6とされる。

【0093】図12および図13に、以上で説明した、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域と、分割されたシャッタ時間に対応する前景の成分および背景の成分との関係を示す。

【0094】図12は、静止している背景の前を移動し

ているオブジェクトに対応する前景を含む画像から、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す。図12に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に移動している。

【0095】フレーム $\#n+1$ は、フレーム $\#n$ の次のフレームであり、フレーム $\#n+2$ は、フレーム $\#n+1$ の次のフレームである。

【0096】フレーム $\#n$ 乃至フレーム $\#n+2$ のいずれかから抽出した、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出して、動き量 $v$ を4として、抽出された画素の画素値を時間方向に展開したモデルを図13に示す。

【0097】前景領域の画素値は、前景に対応するオブジェクトが移動するので、シャッタ時間 $/v$ の期間に対応する、4つの異なる前景の成分から構成される。例えば、図13に示す前景領域の画素のうち最も左側に位置する画素は、 $F01/v, F02/v, F03/v$ 、および $F04/v$ から構成される。すなわち、前景領域の画素は、動きボケを含んでいる。

【0098】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される背景に対応する光は変化しない。この場合、背景領域の画素値は、動きボケを含まない。

【0099】カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域に属する画素の画素値は、前景の成分と、背景の成分とから構成される。

【0100】次に、オブジェクトに対応する画像が動いているとき、複数のフレームにおける、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデルについて説明する。例えば、オブジェクトに対応する画像が画面に対して水平に動いているとき、隣接して1列に並んでいる画素として、画面の1つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

【0101】図14は、静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。フレーム $\#n$ は、フレーム $\#n-1$ の次のフレームであり、フレーム $\#n+1$ は、フレーム $\#n$ の次のフレームである。他のフレームも同様に称する。

【0102】図14に示すB01乃至B12の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム $\#n-1$ 乃至フレーム $\#n+1$ において、対応する画素の画素値は、変化しない。例えば、フレーム $\#n-1$ におけるB05の画素値を有する画素の位置に対応する、フ

フレーム# $n$ における画素、およびフレーム# $n+1$ における画素は、それぞれ、B05の画素値を有する。

【0103】図15は、静止している背景に対応するオブジェクトと共に図中の右側に移動する前景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図15に示すモデルは、カバードバックグラウンド領域を含む。

【0104】図15において、前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、前景の動き量 $v$ は、4であり、仮想分割数は、4である。

【0105】例えば、図15中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F12/v$ となり、図15中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F12/v$ となる。図15中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分、および図15中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F12/v$ となる。

【0106】図15中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F11/v$ となり、図15中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F11/v$ となる。図15中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F11/v$ となる。

【0107】図15中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F10/v$ となり、図15中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F10/v$ となる。図15中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F09/v$ となる。

【0108】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図15中のフレーム# $n-1$ の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B01/v$ となる。図15中のフレーム# $n-1$ の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B02/v$ となる。図15中のフレーム# $n-1$ の左から4番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B03/v$ となる。

【0109】図15中のフレーム# $n-1$ において、最も左側の画素は、前景領域に属し、左側から2番目乃至4番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0110】図15中のフレーム# $n-1$ の左から5番目の画素乃至12番目の画素は、背景領域に属し、その画素値は、それぞれ、 $B04$ 乃至 $B11$ となる。

【0111】図15中のフレーム# $n$ の左から1番目の画素乃至5番目の画素は、前景領域に属する。フレーム# $n$ の前景領域における、シャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F05/v$ 乃至 $F12/v$ のいずれかである。

【0112】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図15中のフレーム# $n$ の左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F12/v$ となり、図15中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F12/v$ となる。図15中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分、および図15中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F12/v$ となる。

【0113】図15中のフレーム# $n$ の左から5番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F11/v$ となり、図15中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F11/v$ となる。図15中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F11/v$ となる。

【0114】図15中のフレーム# $n$ の左から5番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F10/v$ となり、図15中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F10/v$ となる。図15中のフレーム# $n$ の左から5番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F09/v$ となる。

【0115】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図15中のフレーム# $n$ の左から6番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B05/v$ となる。図15中のフレーム# $n$ の左から7番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B06/v$ となる。図15中のフレーム# $n$ の左から8番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B07/v$ となる。

【0116】図15中のフレーム# $n$ において、左側から6番目乃至8番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0117】図15中のフレーム# $n$ の左から9番目の画素乃至12番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、 $B08$ 乃至 $B11$ となる。

【0118】図15中のフレーム# $n+1$ の左から1番目の画素乃至9番目の画素は、前景領域に属する。フレーム

#n+1の前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F01/v乃至F12/vのいずれかである。

【0119】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図15中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなり、図15中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F12/vとなる。図15中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図15中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなる。

【0120】図15中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの期間の前景の成分は、F11/vとなり、図15中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F11/vとなる。図15中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F11/vとなる。

【0121】図15中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F10/vとなり、図15中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F10/vとなる。図15中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F09/vとなる。

【0122】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図15中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの背景の成分は、B09/vとなる。図15中のフレーム#n+1の左から11番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B10/vとなる。図15中のフレーム#n+1の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B11/vとなる。

【0123】図15中のフレーム#n+1において、左側から10番目乃至12番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に対応する。

【0124】図16は、図15に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0125】図17は、静止している背景と共に図中の右側に移動するオブジェクトに対応する前景を撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図17において、アンカバードバックグラウンド領域が含まれている。

【0126】図17において、前景に対応するオブジェクトは、剛体であり、かつ等速で移動していると仮定で

きる。前景に対応するオブジェクトが、次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動しているので、動き量vは、4である。

【0127】例えば、図17中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図17中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図17中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0128】図17中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0129】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図17中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B25/vとなる。図17中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B26/vとなる。図17中のフレーム#n-1の左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B27/vとなる。

【0130】図17中のフレーム#n-1において、最も左側の画素乃至3番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0131】図17中のフレーム#n-1の左から4番目の画素乃至12番目の画素は、前景領域に属する。フレームの前景の成分は、F13/v乃至F24/vのいずれかである。

【0132】図17中のフレーム#nの最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B25乃至B28となる。

【0133】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図17中のフレーム#nの左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図17中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図17中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図17中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0134】図17中のフレーム#nの左から6番目の画

10

20

30

40

50

素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F14/v$ となり、図17中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F14/v$ となる。図17中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F15/v$ となる。

【0135】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図17中のフレーム $\#n$ の左から5番目の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B29/v$ となる。図17中のフレーム $\#n$ の左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B30/v$ となる。図17中のフレーム $\#n$ の左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B31/v$ となる。

【0136】図17中のフレーム $\#n$ において、左から5番目の画素乃至7番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0137】図17中のフレーム $\#n$ の左から8番目の画素乃至12番目の画素は、前景領域に属する。フレーム $\#n$ の前景領域における、シャッタ時間 $\Delta t$ の期間に対応する値は、 $F13/v$ 乃至 $F20/v$ のいずれかである。

【0138】図17中のフレーム $\#n+1$ の最も左側の画素乃至左から8番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、 $B25$ 乃至 $B32$ となる。

【0139】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図17中のフレーム $\#n+1$ の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F13/v$ となり、図17中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F13/v$ となる。図17中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分、および図17中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F13/v$ となる。

【0140】図17中のフレーム $\#n+1$ の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F14/v$ となり、図17中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分も、 $F14/v$ となる。図17中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F15/v$ となる。

【0141】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図17中のフレーム $\#n+1$ の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B33/v$ となる。図17中のフレーム $\#n+1$ の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B34/v$ となる。図17中のフレーム $\#n+1$ の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B35/v$ となる。

4/vとなる。図17中のフレーム $\#n+1$ の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $\Delta t$ の背景の成分は、 $B35/v$ となる。

【0142】図17中のフレーム $\#n+1$ において、左から9番目の画素乃至11番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0143】図17中のフレーム $\#n+1$ の左から12番目の画素は、前景領域に属する。フレーム $\#n+1$ の前景領域における、シャッタ時間 $\Delta t$ の前景の成分は、 $F13/v$ 乃至 $F16/v$ のいずれかである。

【0144】図18は、図17に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0145】図2に戻り、領域特定部101は、複数のフレームの画素値を用いて、前景領域、背景領域、カバーバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域に属することを示すフラグを画素毎に対応付けて、領域情報として、同時検出部102および動きボケ調整部104に供給する。

【0146】同時検出部102は、複数のフレームの画素値、および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素について画素毎に混合比 $\alpha$ を算出し、算出した混合比 $\alpha$ を前景背景分離部103に供給する。

【0147】前景背景分離部103は、複数のフレームの画素値、領域情報、および混合比 $\alpha$ を基に、前景の成分のみからなる前景成分画像を抽出して、動きボケ調整部104に供給する。

【0148】動きボケ調整部104は、前景背景分離部103から供給された前景成分画像、同時検出部102から供給された動きベクトル、および領域特定部101から供給された領域情報を基に、前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を出力する。

【0149】図19のフローチャートを参照して、信号処理装置による動きボケの量の調整の処理を説明する。ステップS11において、領域特定部101は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、カバーバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を生成する領域特定の処理を実行する。領域特定の処理の詳細は、後述する。領域特定部101は、生成した領域情報を同時検出部102および動きボケ調整部104に供給する。

【0150】なお、ステップS11において、領域特定部101は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域（カバーバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域の区別をしない）のいずれかに属するかを示す領域情報を生成するようにしてもよい。この場合において、前景背景分離部103および動きボケ調整部104は、動きベクトルの方向を基に、混合領域がカバーバックグラ

ウンド領域であるか、またはアンカバードバックグラウンド領域であるかを判定する。例えば、動きベクトルの方向に対応して、前景領域、混合領域、および背景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、カバードバックグラウンド領域と判定され、動きベクトルの方向に対応して、背景領域、混合領域、および前景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、アンカバードバックグラウンド領域と判定される。

【0151】ステップS12において、同時検出部102は、入力画像および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素毎に、混合比 $\alpha$ を検出すると共に、背景のオブジェクトと前景のオブジェクトとの相対的な動きに対応する動きベクトルを検出する。混合比および動きベクトルの検出の処理の詳細は、後述する。同時検出部102は、検出した混合比 $\alpha$ を前景背景分離部103に供給し、検出した動きベクトルを動きボケ調整部104に供給する。

【0152】ステップS13において、前景背景分離部103は、領域情報、および混合比 $\alpha$ を基に、入力画像から前景の成分を抽出して、前景成分画像として動きボケ調整部104に供給する。

【0153】ステップS14において、動きボケ調整部104は、動きベクトルおよび領域情報を基に、動き方向に並ぶ連続した画素であって、アンカバードバックグラウンド領域、前景領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するものの画像上の位置を示す処理単位を生成し、処理単位に対応する前景成分に含まれる動きボケの量を調整する。動きボケの量の調整の処理の詳細については、後述する。

【0154】ステップS15において、信号処理装置は、画面全体について処理を終了したか否かを判定し、画面全体について処理を終了していないと判定された場合、ステップS14に進み、処理単位に対応する前景の成分を対象とした動きボケの量の調整の処理を繰り返す。

【0155】ステップS15において、画面全体について処理を終了したと判定された場合、処理は終了する。

【0156】このように、信号処理装置は、前景と背景を分離して、前景に含まれる動きボケの量を調整することができる。すなわち、信号処理装置は、前景の画素の画素値であるサンプルデータに含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0157】以下、領域特定部101、同時検出部102、前景背景分離部103、および動きボケ調整部104のそれぞれの構成について説明する。

【0158】図20は、領域特定部101の構成の一例を示すブロック図である。図20に構成を示す領域特定部101は、動きベクトルを利用しない。フレームメモリ201は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ201は、処理の対象がフレーム#n

であるとき、フレーム#nの2つ前のフレームであるフレーム#n-2、フレーム#nの1つ前のフレームであるフレーム#n-1、フレーム#n、フレーム#nの1つ後のフレームであるフレーム#n+1、およびフレーム#nの2つ後のフレームであるフレーム#n+2を記憶する。

【0159】静動判定部202-1は、フレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+2の画素の画素値、およびフレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、読み出した画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-1は、フレーム#n+2の画素値とフレーム#n+1の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値Thより大きいかな否かを判定し、差の絶対値が閾値Thより大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-1に供給する。フレーム#n+2の画素の画素値とフレーム#n+1の画素の画素値との差の絶対値が閾値Th以下であると判定された場合、静動判定部202-1は、静止を示す静動判定を領域判定部203-1に供給する。

【0160】静動判定部202-2は、フレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素の画素値、およびフレーム#nの対象となる画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-2は、フレーム#n+1の画素値とフレーム#nの画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値Thより大きいかな否かを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値Thより大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-1および領域判定部203-2に供給する。フレーム#n+1の画素の画素値とフレーム#nの画素の画素値との差の絶対値が、閾値Th以下であると判定された場合、静動判定部202-2は、静止を示す静動判定を領域判定部203-1および領域判定部203-2に供給する。

【0161】静動判定部202-3は、フレーム#nの領域特定の対象である画素の画素値、およびフレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-3は、フレーム#nの画素値とフレーム#n-1の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値Thより大きいかな否かを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値Thより大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-2および領域判定部203-3に供給する。フレーム#nの画素の画素値とフレーム#n-1の画素の画素値との差の絶対値が、閾値Th以下であると判定された場合、静動判定部202-3は、静止を示す静動判定を領域判定部203-2および領域判定部203-3に供給する。

【0162】静動判定部202-4は、フレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素の画素値、およびフレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-2の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-4は、フレーム#n-1の画素値とフレーム#n-2の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値Thより大きいかな否かを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値Thより大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-3に供給する。フレーム#n-1の画素の画素値とフレーム#n-2の画素の画素値との差の絶対値が、閾値Th以下であると判定された場合、静動判定部202-4は、静止を示す静動判定を領域判定部203-3に供給する。

【0163】領域判定部203-1は、静動判定部202-1から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。

【0164】領域判定部203-1は、静動判定部202-1から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属しないことを示す"0"を設定する。

【0165】領域判定部203-1は、このように"1"または"0"が設定されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0166】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が静止領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す"1"を設定する。

【0167】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が静止領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領

域に属しないことを示す"0"を設定する。

【0168】領域判定部203-2は、このように"1"または"0"が設定された静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0169】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が動き領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す"1"を設定する。

【0170】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が動き領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属しないことを示す"0"を設定する。

【0171】領域判定部203-2は、このように"1"または"0"が設定された動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0172】領域判定部203-3は、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部202-4から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。

【0173】領域判定部203-3は、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部202-4から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属しないことを示す"0"を設定する。

【0174】領域判定部203-3は、このように"1"または"0"が設定されたカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0175】判定フラグ格納フレームメモリ204は、領域判定部203-1から供給されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、領域判定部203-2から供給された静止領域判定フラグ、領域判定部203-2から供給された動き領域判定フラグ、および領域判定部203-3から供給されたカバードバックグラウンド領域判定フラグをそれぞれ記憶する。

【0176】判定フラグ格納フレームメモリ204は、記憶しているアンカバードバックグラウンド領域判定フ



31

ラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを合成部205に供給する。合成部205は、判定フラグ格納フレームメモリ204から供給された、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、判定フラグ格納フレームメモリ206に供給する。

【0177】判定フラグ格納フレームメモリ206は、合成部205から供給された領域情報を記憶すると共に、記憶している領域情報を出力する。

【0178】次に、領域特定部101の処理の例を図21乃至図25を参照して説明する。

【0179】前景に対応するオブジェクトが移動しているとき、オブジェクトに対応する画像の画面上の位置は、フレーム毎に変化する。図21に示すように、フレーム $n$ において、 $Y_n(x,y)$ で示される位置に位置するオブジェクトに対応する画像は、次のフレームであるフレーム $n+1$ において、 $Y_{n+1}(x,y)$ に位置する。

【0180】前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して1列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図を図22に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図22におけるモデル図は、1つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

【0181】図22において、フレーム $n$ におけるラインは、フレーム $n+1$ におけるラインと同一である。

【0182】フレーム $n$ において、左から2番目の画素乃至13番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム $n+1$ において、左から6番目乃至17番目の画素に含まれる。

【0183】フレーム $n$ において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム $n+1$ において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目乃至8番目の画素である。

【0184】図22に示す例において、フレーム $n$ に含まれる前景の成分が、フレーム $n+1$ において4画素移動しているため、動き量 $v$ は、4である。仮想分割数は、動き量 $v$ に対応し、4である。

【0185】次に、注目しているフレームの前後における混合領域に属する画素の画素値の変化について説明する。

32

【0186】図23に示す、背景が静止し、前景の動き量 $v$ が4であるフレーム $n$ において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素である。動き量 $v$ が4であるため、1つ前のフレーム $n-1$ において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ前のフレーム $n-2$ において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

【0187】ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているため、フレーム $n-1$ の左から15番目の画素の画素値は、フレーム $n-2$ の左から15番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム $n-1$ の左から16番目の画素の画素値は、フレーム $n-2$ の左から16番目の画素の画素値から変化せず、フレーム $n-1$ の左から17番目の画素の画素値は、フレーム $n-2$ の左から17番目の画素の画素値から変化しない。

【0188】すなわち、フレーム $n$ におけるカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム $n-1$ およびフレーム $n-2$ の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないため、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム $n$ における混合領域に属する画素に対応する、フレーム $n-1$ およびフレーム $n-2$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-4により、静止と判定される。

【0189】フレーム $n$ におけるカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むため、フレーム $n-1$ における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム $n$ における混合領域に属する画素、および対応するフレーム $n-1$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-3により、動きと判定される。

【0190】このように、領域判定部203-3は、静動判定部202-3から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-4から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0191】図24に示す、背景が静止し、前景の動き量 $v$ が4であるフレーム $n$ において、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。動き量 $v$ が4であるため、1つ後のフレーム $n+1$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ後のフレーム $n+2$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

【0192】ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているため、フレーム $n+2$ の左から2番目の画素の画素値は、フレーム $n+1$ の左から2番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム $n+2$ の左から3番目

の画素の画素値は、フレーム $\#n+1$ の左から3番目の画素の画素値から変化せず、フレーム $\#n+2$ の左から4番目の画素の画素値は、フレーム $\#n+1$ の左から4番目の画素の画素値から変化しない。

【0193】すなわち、フレーム $\#n$ におけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム $\#n+1$ およびフレーム $\#n+2$ の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないので、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム $\#n$ における混合領域に属する画素に対応する、フレーム $\#n+1$ およびフレーム $\#n+2$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-1により、静止と判定される。

【0194】フレーム $\#n$ におけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むので、フレーム $\#n+1$ における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム $\#n$ における混合領域に属する画素、および対応するフレーム $\#n+1$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-2により、動きと判定される。

【0195】このように、領域判定部203-1は、静動判定部202-2から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-1から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0196】図25は、フレーム $\#n$ における領域特定部101の判定条件を示す図である。フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-2$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素とが静止と判定され、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素と、フレーム $\#n$ の画素とが動きと判定されたとき、領域特定部101は、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素がカバーバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0197】フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素と、フレーム $\#n$ の画素とが静止と判定され、フレーム $\#n$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部101は、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素が静止領域に属すると判定する。

【0198】フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素と、フレーム $\#n$ の画素とが動きと判定され、フレーム $\#n$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素とが動きと判定されたとき、領域特定部101は、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素が動き領域に属すると判定する。

【0199】フレーム $\#n$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレ

ーム $\#n+1$ の画素とが動きと判定され、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+2$ の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部101は、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0200】図26は、領域特定部101の領域の判定の結果の例を示す図である。図26(A)において、カバーバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図26(B)において、アンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

【0201】図26(C)において、動き領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図26(D)において、静止領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

【0202】図27は、判定フラグ格納フレームメモリ206が出力する領域情報の内、混合領域を示す領域情報を画像として示す図である。図27において、カバーバックグラウンド領域またはアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素、すなわち混合領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。判定フラグ格納フレームメモリ206が出力する混合領域を示す領域情報は、混合領域、および前景領域内のテクスチャの無い部分に囲まれたテクスチャの有る部分を示す。

【0203】次に、図28のフローチャートを参照して、領域特定部101の領域特定の処理を説明する。ステップS201において、フレームメモリ201は、判定の対象となるフレーム $\#n$ を含むフレーム $\#n-2$ 乃至フレーム $\#n+2$ の画像を取得する。

【0204】ステップS202において、静動判定部202-3は、フレーム $\#n-1$ の画素とフレーム $\#n$ の同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップS203に進み、静動判定部202-2は、フレーム $\#n$ の画素とフレーム $\#n+1$ の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

【0205】ステップS203において、フレーム $\#n$ の画素とフレーム $\#n+1$ の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップS204に進み、領域判定部203-2は、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-2は、静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS205に進む。

【0206】ステップS202において、フレーム $\#n-1$ の画素とフレーム $\#n$ の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップS203において、フレーム $\#n$ の画素とフレーム $\#n+1$ の同一位置の画素とで、動

きと判定された場合、フレーム#*n*の画素が静止領域には属さないで、ステップS204の処理はスキップされ、手続きは、ステップS205に進む。

【0207】ステップS205において、静動判定部202-3は、フレーム#*n*-1の画素とフレーム#*n*の同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップS206に進み、静動判定部202-2は、フレーム#*n*の画素とフレーム#*n*+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

【0208】ステップS206において、フレーム#*n*の画素とフレーム#*n*+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS207に進み、領域判定部203-2は、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-2は、動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS208に進む。

【0209】ステップS205において、フレーム#*n*-1の画素とフレーム#*n*の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップS206において、フレーム#*n*の画素とフレーム#*n*+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム#*n*の画素が動き領域には属さないで、ステップS207の処理はスキップされ、手続きは、ステップS208に進む。

【0210】ステップS208において、静動判定部202-4は、フレーム#*n*-2の画素とフレーム#*n*-1の同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップS209に進み、静動判定部202-3は、フレーム#*n*-1の画素とフレーム#*n*の同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

【0211】ステップS209において、フレーム#*n*-1の画素とフレーム#*n*の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS210に進み、領域判定部203-3は、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-3は、カバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS211に進む。

【0212】ステップS208において、フレーム#*n*-2の画素とフレーム#*n*-1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップS209において、フレーム#*n*-1の画素とフレーム#*n*の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム#*n*の画素がカバードバックグラウンド領域には属さないで、ステップS210の処理はスキップされ、手続きは、ステップS211に進む。

【0213】ステップS211において、静動判定部202-2は、フレーム#*n*の画素とフレーム#*n*+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された

場合、ステップS212に進み、静動判定部202-1は、フレーム#*n*+1の画素とフレーム#*n*+2の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

【0214】ステップS212において、フレーム#*n*+1の画素とフレーム#*n*+2の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップS213に進み、領域判定部203-1は、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-1は、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS214に進む。

【0215】ステップS211において、フレーム#*n*の画素とフレーム#*n*+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップS212において、フレーム#*n*+1の画素とフレーム#*n*+2の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム#*n*の画素がアンカバードバックグラウンド領域には属さないで、ステップS213の処理はスキップされ、手続きは、ステップS214に進む。

【0216】ステップS214において、領域特定部101は、フレーム#*n*の全ての画素について領域を特定したか否かを判定し、フレーム#*n*の全ての画素について領域を特定していないと判定された場合、手続きは、ステップS202に戻り、他の画素について、領域特定の処理を繰り返す。

【0217】ステップS214において、フレーム#*n*の全ての画素について領域を特定したと判定された場合、ステップS215に進み、合成部205は、判定フラグ格納フレームメモリ204に記憶されているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、混合領域を示す領域情報を生成し、更に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、生成した領域情報を判定フラグ格納フレームメモリ206に設定し、処理は終了する。

【0218】このように、領域特定部101は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバードバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

【0219】なお、領域特定部101は、アンカバードバックグラウンド領域およびカバードバックグラウンド領域に対応する領域情報に論理和を適用することにより、混合領域に対応する領域情報を生成して、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、または混合領域に属することを示すフラグから成る領域情報を生成するようにしてもよい。

【0220】前景に対応するオブジェクトがテクスチャを有する場合、領域特定部101は、より正確に動き領域を特定することができる。

【0221】領域特定部101は、動き領域を示す領域情報を前景領域を示す領域情報として、また、静止領域を示す領域情報を背景領域を示す領域情報として出力することができる。

【0222】なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでも上述した領域を特定する処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、領域特定部101は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを含んでいるとき、領域特定部101は、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

【0223】図29は、領域特定部101の構成の他の一例を示すブロック図である。図29に示す領域特定部101は、動きベクトルを使用しない。背景画像生成部301は、入力画像に対応する背景画像を生成し、生成した背景画像を2値オブジェクト画像抽出部302に供給する。背景画像生成部301は、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを抽出して、背景画像を生成する。

【0224】前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して1列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図の例を図30に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図30におけるモデル図は、1つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

【0225】図30において、フレーム#nにおけるラインは、フレーム#n-1およびフレーム#n+1におけるラインと同一である。

【0226】フレーム#nにおいて、左から6番目の画素乃至17番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム#n-1において、左から2番目乃至13番目の画素に含まれ、フレーム#n+1において、左から10番目乃至21番目の画素に含まれる。

\*【0227】フレーム#n-1において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム#nにおいて、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目乃至8番目の画素である。フレーム#n+1において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から19番目乃至21番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から10番目乃至12番目の画素である。

【0228】フレーム#n-1において、背景領域に属する画素は、左から1番目の画素、および左から14番目乃至21番目の画素である。フレーム#nにおいて、背景領域に属する画素は、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目乃至21番目の画素である。フレーム#n+1において、背景領域に属する画素は、左から1番目乃至9番目の画素である。

【0229】背景画像生成部301が生成する、図30の例に対応する背景画像の例を図31に示す。背景画像は、背景のオブジェクトに対応する画素から構成され、前景のオブジェクトに対応する画像の成分を含まない。

【0230】2値オブジェクト画像抽出部302は、背景画像および入力画像の相関を基に、2値オブジェクト画像を生成し、生成した2値オブジェクト画像を時間変化検出部303に供給する。

【0231】図32は、2値オブジェクト画像抽出部302の構成を示すブロック図である。相関値演算部321は、背景画像生成部301から供給された背景画像および入力画像の相関を演算し、相関値を生成して、生成した相関値をしきい値処理部322に供給する。

【0232】相関値演算部321は、例えば、図33(A)に示すように、 $X_i$ を中心とした $3 \times 3$ の背景画像の中のブロックと、図33(B)に示すように、背景画像の中のブロックに対応する $Y_i$ を中心とした $3 \times 3$ の入力画像の中のブロックに、式(4)を適用して、 $Y_i$ に対応する相関値を算出する。

【0233】

【数2】

$$\text{相関値} = \frac{\sum_{i=0}^8 (X_i - \bar{X}) \sum_{i=0}^8 (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^8 (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=0}^8 (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

【数3】

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^8 X_i}{9} \quad (5)$$

【数4】

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=0}^8 Y_i}{9}$$

(6)

【0234】相関値演算部321は、このように各画素に対応して算出された相関値をしきい値処理部322に供給する。

【0235】また、相関値演算部321は、例えば、図34(A)に示すように、 $X_i$ を中心とした $3 \times 3$ の背景画像の中のブロックと、図34(B)に示すように、\*

$$\text{差分絶対値和} = \sum_{i=0}^8 |(X_i - Y_i)|$$

(7)

【0237】相関値演算部321は、このように算出された差分絶対値を相関値として、しきい値処理部322に供給する。

【0238】しきい値処理部322は、相関画像の画素値としきい値 $th_0$ とを比較して、相関値がしきい値 $th_0$ 以下である場合、2値オブジェクト画像の画素値に1を設定し、相関値がしきい値 $th_0$ より大きい場合、2値オブジェクト画像の画素値に0を設定して、0または1が画素値に設定された2値オブジェクト画像を出力する。しきい値処理部322は、しきい値 $th_0$ を予め記憶するようにしてもよく、または、外部から入力されたしきい値 $th_0$ を使用するようにしてもよい。

【0239】図35は、図30に示す入力画像のモデルに対応する2値オブジェクト画像の例を示す図である。2値オブジェクト画像において、背景画像と相関の高い画素には、画素値に0が設定される。

【0240】図36は、時間変化検出部303の構成を示すブロック図である。フレームメモリ341は、フレーム $\#n$ の画素について領域を判定するとき、2値オブジェクト画像抽出部302から供給された、フレーム $\#n-1$ 、フレーム $\#n$ 、およびフレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像を記憶する。

【0241】領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム $\#n-1$ 、フレーム $\#n$ 、およびフレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像を基に、フレーム $\#n$ の各画素について領域を判定して、領域情報を生成し、生成した領域情報を出力する。

【0242】図37は、領域判定部342の判定を説明する図である。フレーム $\#n$ の2値オブジェクト画像の注目している画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム $\#n$ の注目している画素が背景領域に属すると判定する。

【0243】フレーム $\#n$ の2値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム $\#n-1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が1であり、フレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が1であるとき、領域判定部342は、フレーム $\#n$ の注目している画素が前景領域に属すると判定する。

【0244】フレーム $\#n$ の2値オブジェクト画像の注目

\*背景画像の中のブロックに対応する $Y_i$ を中心とした $3 \times 3$ の入力画像の中のブロックに、式(7)を適用して、 $Y_i$ に対応する差分絶対値を算出するようにしてもよい。

【0236】

【数5】

している画素が1であり、フレーム $\#n-1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム $\#n$ の注目している画素がカバーバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0245】フレーム $\#n$ の2値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム $\#n$ の注目している画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0246】図38は、図30に示す入力画像のモデルに対応する2値オブジェクト画像について、時間変化検出部303の判定した例を示す図である。時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム $\#n$ の対応する画素が0なので、フレーム $\#n$ の左から1番目乃至5番目の画素を背景領域に属すると判定する。

【0247】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム $\#n$ の画素が1であり、フレーム $\#n+1$ の対応する画素が0なので、左から6番目乃至9番目の画素をアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0248】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム $\#n$ の画素が1であり、フレーム $\#n-1$ の対応する画素が1であり、フレーム $\#n+1$ の対応する画素が1なので、左から10番目乃至13番目の画素を前景領域に属すると判定する。

【0249】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム $\#n$ の画素が1であり、フレーム $\#n-1$ の対応する画素が0なので、左から14番目乃至17番目の画素をカバーバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0250】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム $\#n$ の対応する画素が0なので、左から18番目乃至21番目の画素を背景領域に属すると判定する。

【0251】次に、図39のフローチャートを参照して、領域判定部103の領域特定の処理を説明する。ステップS301において、領域判定部103の背景画像生成部301は、入力画像を基に、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェク

トを抽出して背景画像を生成し、生成した背景画像を2値オブジェクト画像抽出部302に供給する。

【0252】ステップS302において、2値オブジェクト画像抽出部302は、例えば、図33を参照して説明した演算により、入力画像と背景画像生成部301から供給された背景画像との相関値を演算する。ステップS303において、2値オブジェクト画像抽出部302は、例えば、相関値としきい値 $th_0$ とを比較することにより、相関値およびしきい値 $th_0$ から2値オブジェクト画像を演算する。

【0253】ステップS304において、時間変化検出部303は、領域判定の処理を実行して、処理は終了する。

【0254】図40のフローチャートを参照して、ステップS304に対応する領域判定の処理の詳細を説明する。ステップS321において、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム $\#n$ において、注目する画素が0であるか否かを判定し、フレーム $\#n$ において、注目する画素が0であると判定された場合、ステップS322に進み、フレーム $\#n$ の注目する画素が背景領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0255】ステップS321において、フレーム $\#n$ において、注目する画素が1であると判定された場合、ステップS323に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム $\#n$ において、注目する画素が1であり、かつ、フレーム $\#n-1$ において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム $\#n$ において、注目する画素が1であり、かつ、フレーム $\#n-1$ において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS324に進み、フレーム $\#n$ の注目する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0256】ステップS323において、フレーム $\#n$ において、注目する画素が0であるか、または、フレーム $\#n-1$ において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS325に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム $\#n$ において、注目する画素が1であり、かつ、フレーム $\#n+1$ において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム $\#n$ において、注目する画素が1であり、かつ、フレーム $\#n+1$ において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS326に進み、フレーム $\#n$ の注目する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0257】ステップS325において、フレーム $\#n$ において、注目する画素が0であるか、または、フレーム $\#n+1$ において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS327に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレーム $\#n$ の注目する画素を前景

領域と設定して、処理は終了する。

【0258】このように、領域特定部101は、入力された画像と対応する背景画像との相関値を基に、入力画像の画素が前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを特定して、特定した結果に対応する領域情報を生成することができる。

【0259】図41は、領域特定部101の他の構成を示すブロック図である。図41に示す領域特定部101は、同時検出部102から供給される動きベクトルを使用する。図29に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0260】ロバスト化部361は、2値オブジェクト画像抽出部302から供給された、N個のフレームの2値オブジェクト画像を基に、ロバスト化された2値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部303に出力する。

【0261】図42は、ロバスト化部361の構成を説明するブロック図である。動き補償部381は、同時検出部102から供給された動きベクトルを基に、N個のフレームの2値オブジェクト画像の動きを補償して、動きが補償された2値オブジェクト画像をスイッチ382に出力する。

【0262】図43および図44の例を参照して、動き補償部381の動き補償について説明する。例えば、フレーム $\#n$ の領域を判定するとき、図43に例を示すフレーム $\#n-1$ 、フレーム $\#n$ 、およびフレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像が入力された場合、動き補償部381は、同時検出部102から供給された動きベクトルを基に、図44に例を示すように、フレーム $\#n-1$ の2値オブジェクト画像、およびフレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像を動き補償して、動き補償された2値オブジェクト画像をスイッチ382に供給する。

【0263】スイッチ382は、1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-1に出力し、2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-2に出力する。同様に、スイッチ382は、3番目乃至N-1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像のそれぞれをフレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のいずれかに出力し、N番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-Nに出力する。

【0264】フレームメモリ383-1は、1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-1に出力する。フレームメモリ383-2は、2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-2に出力する。

【0265】同様に、フレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のそれぞれは、3番目のフレーム乃至N-1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像のいずれかを記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-3乃至重み付け部384-(N-1)のいずれかに出力する。フレームメモリ383-Nは、N番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-Nに出力する。

【0266】重み付け部384-1は、フレームメモリ383-1から供給された1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み $w_1$ を乗じて、積算部385に供給する。重み付け部384-2は、フレームメモリ383-2から供給された2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み $w_2$ を乗じて、積算部385に供給する。

【0267】同様に、重み付け部384-3乃至重み付け部384-(N-1)のそれぞれは、フレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のいずれかから供給された3番目乃至N-1番目のいずれかのフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み $w_3$ 乃至重み $w_{(N-1)}$ のいずれかを乗じて、積算部385に供給する。重み付け部384-Nは、フレームメモリ383-Nから供給されたN番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み $w_N$ を乗じて、積算部385に供給する。

【0268】積算部385は、1乃至N番目のフレームの動き補償され、それぞれ重み $w_1$ 乃至 $w_N$ のいずれかが乗じられた、2値オブジェクト画像の対応する画素値を積算して、積算された画素値を予め定められたしきい値 $th_0$ と比較することにより2値オブジェクト画像を生成する。

【0269】このように、ロバスト化部361は、N個の2値オブジェクト画像からロバスト化された2値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部303に供給するので、図41に構成を示す領域特定部101は、入力画像にノイズが含まれていても、図29に示す場合に比較して、より正確に領域を特定することができる。

【0270】次に、図41に構成を示す領域特定部101の領域特定の処理について、図45のフローチャートを参照して説明する。ステップS341乃至ステップS343の処理は、図39のフローチャートで説明したステップS301乃至ステップS303とそれぞれ同様なのでその説明は省略する。

【0271】ステップS344において、ロバスト化部361は、ロバスト化の処理を実行する。

【0272】ステップS345において、時間変化検出部303は、領域判定の処理を実行して、処理は終了す

る。ステップS345の処理の詳細は、図40のフローチャートを参照して説明した処理と同様なのでその説明は省略する。

【0273】次に、図46のフローチャートを参照して、図45のステップS344の処理に対応する、ロバスト化の処理の詳細について説明する。ステップS361において、動き補償部381は、同時検出部102から供給される動きベクトルを基に、入力された2値オブジェクト画像の動き補償の処理を実行する。ステップS362において、フレームメモリ383-1乃至383-Nのいずれかは、スイッチ382を介して供給された動き補償された2値オブジェクト画像を記憶する。

【0274】ステップS363において、ロバスト化部361は、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたか否かを判定し、N個の2値オブジェクト画像が記憶されていないと判定された場合、ステップS361に戻り、2値オブジェクト画像の動き補償の処理および2値オブジェクト画像の記憶の処理を繰り返す。

【0275】ステップS363において、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたと判定された場合、ステップS364に進み、重み付け部384-1乃至384-Nのそれぞれは、N個の2値オブジェクト画像のそれぞれに $w_1$ 乃至 $w_N$ のいずれかの重みを乗じて、重み付けする。

【0276】ステップS365において、積算部385は、重み付けされたN個の2値オブジェクト画像を積算する。

【0277】ステップS366において、積算部385は、例えば、予め定められたしきい値 $th_1$ との比較などにより、積算された画像から2値オブジェクト画像を生成して、処理は終了する。

【0278】このように、図41に構成を示す領域特定部101は、ロバスト化された2値オブジェクト画像を基に、領域情報を生成することができる。

【0279】以上のように、領域特定部101は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバードバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

【0280】図47は、同時検出部102の構成の一例を示すブロック図である。推定混合比処理部401は、入力画像を基に、カバードバックグラウンド領域に対応する演算により、画素毎に推定混合比および推定動きベクトルを算出して、算出した推定混合比を混合比決定部403に供給すると共に、算出した推定動きベクトルを動きベクトル決定部404に供給する。

【0281】推定混合比処理部402は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域に対応する演算により、画素毎に推定混合比および推定動きベクトルを算出して、算出した推定混合比を混合比決定部403に

10

20

30

40

50

供給すると共に、算出した推定動きベクトルを動きベクトル決定部404に供給する。

【0282】前景に対応するオブジェクトがシャッタ時間内に等速で動いていると仮定できるので、混合領域に属する画素の混合比 $\alpha$ は、以下の性質を有する。すなわち、混合比 $\alpha$ は、画素の位置の変化に対応して、直線的に変化する。画素の位置の変化を1次元とすれば、混合比 $\alpha$ の変化は、直線で表現することができ、画素の位置の変化を2次元とすれば、混合比 $\alpha$ の変化は、平面で表現することができる。

【0283】なお、1フレームの期間は短いので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定が成り立つ。

【0284】この場合、混合比 $\alpha$ の傾きは、前景のシャッタ時間内での動き量 $v$ の逆比となる。理想的な混合比 $\alpha$ は、背景領域において、1の値を有し、前景領域において、0の値を有し、混合領域において、0を越え1未満の値を有する。

【0285】混合比決定部403は、領域特定部101から供給された、混合比 $\alpha$ の算出の対象となる画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比 $\alpha$ を設定する。混合比決定部403は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0を混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1を混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定混合比を混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定混合比を混合比 $\alpha$ に設定する。混合比決定部403は、領域情報を基に設定した混合比 $\alpha$ を出力する。

【0286】動きベクトル決定部404は、推定混合比処理部401から供給された推定動きベクトル、推定混合比処理部402から供給された推定動きベクトル、および領域特定部101から供給された領域情報を基に、動きベクトルを設定する。

【0287】例えば、動きベクトル決定部404は、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定動きベクトルを動きベクトルに設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定動きベクトルを動きベクトルに設定する。動きベクトル決定部404は、領域情報を基に設定した動きベクトルを出力する。

【0288】図48は、推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。

【0289】推定混合比処理部401に入力された画像は、フレームメモリ421および重み付けフレーム差分

演算部423に輸入される。

【0290】フレームメモリ421は、入力された画像をフレーム単位で記憶して、1フレームに対応する期間遅延させ、記憶している画像を重み付けフレーム差分演算部423に供給する。

【0291】重み生成部422は、1つのフレームに対応して、その値が所定の初期値から順次増加する重みを生成して、生成した重みを重み情報として重み付けフレーム差分演算部423および最大値判定部428に供給する。例えば、重み生成部422は、予め記憶している初期値を重みに設定し、順次、予め記憶している微少な値である増分 $\delta$ を重みに加算することにより、初期値から順次増加する重みを生成する。

【0292】または、重み生成部422は、1つのフレームの注目画素を中心とする複数の画素からなるブロックに対応する重みを生成して、生成した重みを重み情報として重み付けフレーム差分演算部423および最大値判定部428に供給する。ブロックに対応する重みは、1つの値からなるか、または、ブロックを構成する複数の画素の個々に対応する複数の値からなる。

【0293】重み付けフレーム差分演算部423は、フレームメモリ421から供給されたフレームの画素の画素値に、重み生成部422から供給された重みを乗じて、重み付けされた画素値を算出する。重み付けフレーム差分演算部423は、入力画像の注目している画素の画素値から、対応する画素の重み付けされた画素値を減じて、重み付け差分を算出する。

【0294】または、重み付けフレーム差分演算部423は、フレームメモリ421から供給されたフレームの注目画素に対応する画素を中心とする複数の画素からなるブロックの各画素に、重み生成部422から供給された重みを乗じて、重み付けされた画素値を算出する。重み付けフレーム差分演算部423は、入力画像のフレームの注目画素を中心とする複数の画素からなるブロックの各画素の画素値から、対応するブロックの対応する画素の重み付けされた画素値を減じて、重み付け差分を算出する。

【0295】重み付けフレーム差分演算部423は、重み生成部422から供給される、初期値から順次増加する重みに対応して、1つのフレームについて複数の重み付け差分を算出する。

【0296】重み付けフレーム差分演算部423は、このように算出された重み付け差分を重み付け差分画像データとして動き補償部424およびフレームメモリ425に供給する。

【0297】動き補償部424は、動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルに基づき、重み付けフレーム差分演算部423から供給された重み付け差分画像データを動き補償し、動き補償された重み付け差分を相関値演算部427に供給する。



【0298】フレームメモリ425は、重み付けフレーム差分演算部423から供給された、複数の重み付け差分画像データをフレーム毎に記憶して、1フレームに対応する期間遅延させ、記憶している重み付け差分画像データを相関値演算部427に供給する。

【0299】動きベクトル生成部426は、重み生成部422が生成する個々の重み毎に、所定の初期値からその大きさが順次増加すると共に、他の所定の初期値からその角度が順次変化する動きベクトルを生成して、生成した動きベクトルを動き補償部424および最大値判定部428に供給する。

【0300】例えば、動きベクトル生成部426は、予め記憶している大きさの初期値および角度の初期値を基に、動きベクトルを生成する。動きベクトル生成部426は、生成した動きベクトルの大きさに所定の増分を加算することにより、動きベクトルの大きさを変更する。動きベクトルの大きさが所定の値を超えたとき、動きベクトル生成部426は、動きベクトルの角度に所定の角度を加算すると共に、大きさの初期値を動きベクトルの大きさに設定する。

【0301】動きベクトル生成部426は、動きベクトルの大きさの変更と、角度の変更の処理を繰り返し、大きさおよび角度が所定の範囲の動きベクトルを生成する。

【0302】相関値演算部427は、個々の重みと個々の動きベクトルとの組み合わせ毎に、動き補償部424から供給された動き補償された重み付け差分画像データと、フレームメモリ425から供給された1フレーム遅延された重み付け差分画像データとの相関値を画素毎に演算して、演算された相関値を最大値判定部428に供給する。

【0303】相関値演算部427は、例えば、動き補償部424から供給された動き補償された重み付け差分画像データと、フレームメモリ425から供給された1フレーム遅延された重み付け差分画像データとの差分の絶対値を画素毎に算出し、算出された差分の絶対値を、相関値として最大値判定部428に供給する。相関値演算部427が出力する相関値は、重み付け差分画像間相関データとも称する。

【0304】または、相関値演算部427は、個々の重みと個々の動きベクトルとの組み合わせ毎に、動き補償\*

$$C05 = \sum_{i=1}^3 F_i + \alpha 05 \cdot B05 \quad (8)$$

【数7】

$$C06 = \sum_{i=1}^3 F_i + \alpha 06 \cdot B06 \quad (9)$$

【数8】

$$C07 = \sum_{i=1}^3 F_i + \alpha 07 \cdot B07 \quad (10)$$

【0312】同様に、フレーム#n+1の左から10番目乃至12番目の画素は、混合領域に属する。フレーム#n+1

\*部424から供給された動き補償された重み付け差分画像データと、フレームメモリ425から供給された1フレーム遅延された重み付け差分画像データとの相関値をブロック毎に演算して、演算された相関値を最大値判定部428に供給する。

【0305】相関値演算部427は、例えば、3×3の画素のブロックを基に、相関値として、差分絶対値和、または差分2乗和などを算出するようにしてもよい。

【0306】最大値判定部428は、重み生成部422から供給された重み情報により示される重みの値と、動きベクトル生成部426から供給された動きベクトル情報により示される動きベクトルの組み合わせに対応させて、相関値演算部427から供給された相関値を記憶する。最大値判定部428は、記憶されている相関値を基に、最も相関の強い相関値に対応する重みおよび動きベクトルを選択する。最大値判定部428は、選択された重みを推定混合比に設定し、選択された重みが設定された推定混合比を出力する。最大値判定部428は、選択された動きベクトルを推定動きベクトルに設定し、選択された動きベクトルが設定された推定動きベクトルを出力する。

【0307】なお、最大値判定部428は、画素に対応する重みと画素の位置との相互の関係を基に、より確からしい重みおよび動きベクトルをさらに選択するようにすることもできる。画素に対応する重みと画素の位置との相互の関係を基に、動きベクトルを選択する処理の詳細は、後述する。

【0308】図49乃至図54を参照して、カバードバックグラウンド領域に対応する推定混合比処理部401の処理を説明する。

【0309】図49に例を示す、前景オブジェクトの動き量vが4である画像のモデルにおいて、フレーム#nの左から6番目乃至8番目の画素は、混合領域に属する。

【0310】フレーム#nの左から6番目の画素の画素値は、式(8)で表すことができる。同様に、フレーム#nの左から7番目の画素の画素値は、式(9)で表すことができ、フレーム#nの左から8番目の画素の画素値は、式(10)で表すことができる。

【0311】

【数6】

の左から10番目の画素の画素値は、式(11)で表すことができる。同様に、フレーム#n+1の左から11番目の画素の画素値は、式(12)で表すことができ、フレーム#n+1の左から12番目の画素の画素値は、式(13)で表すことができる。

$$N09 = \sum_{i=1}^3 F_i + \alpha 09 \cdot B09 \quad (11)$$

【数10】

$$N10 = \sum_{i=1}^3 F_i + \alpha 10 \cdot B10 \quad (12)$$

【数11】

$$N11 = \sum_{i=1}^3 F_i + \alpha 11 \cdot B11 \quad (13)$$

【0314】図50に示すように、重み付け差分画像データは、重みをフレーム#n-1の画素値に乗算して、重みが乗算された画素値を算出し、フレーム#nの画素の画素値から、重みが乗算された画素値を減算することにより算出される。

【0315】例えば、フレーム#nの画素値がx0である画素に対応する重み付け差分画像データの差分z0は、式(14)により算出される。フレーム#nの画素値がx1である画素に対応する重み付け差分画像データの差分z1は、式(15)により算出される。フレーム#nの画素値がx2である画素に対応する重み付け差分画像データの差分z2は、式(16)により算出される。

【0316】

$$z0 = x0 - \alpha 0 \times y0 \quad (14)$$

$$z1 = x1 - \alpha 1 \times y1 \quad (15)$$

$$z2 = x2 - \alpha 2 \times y2 \quad (16)$$

【0317】y0は、フレーム#nの画素値がx0である画素に対応する、フレーム#n-1の背景領域に属する画素の画素値である。y1は、フレーム#nの画素値がx1である画素に対応する、フレーム#n-1の背景領域に属する画素の画素値である。y2は、フレーム#nの画素値がx2である画素に対応する、フレーム#n-1の背景領域に属する画素の画素値である。

【0318】α0がフレーム#nの画素値がx0である画素の混合比αと等しいとき、重み付け差分画像データの差分z0は、フレーム#nの画素値がx0である画素の前景の成分のみからなる。

【0319】α1がフレーム#nの画素値がx1である画素の混合比αと等しいとき、重み付け差分画像データの差分z1は、フレーム#nの画素値がx1である画素の前景の成分のみからなる。

【0320】α2がフレーム#nの画素値がx2である画素の混合比αと等しいとき、重み付け差分画像データの差分z2は、フレーム#nの画素値がx2である画素の前景の成分のみからなる。

【0321】これを図51を参照して説明する。

【0322】フレーム#nの左から6番目の画素を注目画素としたときを例に説明する。式(8)において、

式(9)において、

【0313】

【数9】

フレーム#nの6番目の画素の混合比α05は、1/4である。

【0323】注目画素の混合比と同じ値の重みをフレーム#n-1の画素値に乘じた値を算出して、フレーム#nの注目画素の画素値との差分を求めると、図51に示すように、画素値に含まれる背景の成分の全部または一部が除去される。

【0324】フレーム#nの左から6番目の注目画素において、画素値に含まれる背景の成分の全部が除去され、前景の成分の全部が残る。

【0325】同様に、式(11)において、フレーム#n+1の10番目の画素の混合比α09は、1/4である。

【0326】フレーム#nの注目画素の混合比αと同じ値の重みをフレーム#nの画素値に乘じた値を算出して、フレーム#n+1の混合領域に属する、対応する画素の画素値との差分を求めると、図51に示すように、画素値に含まれる背景の成分の全部または一部が除去される。

【0327】左から10番目の画素において、画素値に含まれる背景の成分の全部が除去され、前景の成分の全部が残る。

【0328】図51に示すように、フレーム#nの左から6番目の画素に含まれる前景の成分が、フレーム#n+1の左から10番目の画素に含まれる前景の成分と同一なので、重みが注目画素の混合比と同じとき、フレーム#nの左から6番目の画素に対応する差分と、フレーム#n+1の左から10番目の画素の差分との相関は、フレーム#nの左から6番目の画素に対応する差分と、フレーム#n+1の各画素の差分との相関のうち、最大となる。

【0329】図52に示すように、フレーム#nの左から6番目の画素が注目画素のとき、最大値判定部428は、最大の相関に対応する、1/4である重みを推定混合比として選択すると共に、フレーム#nの左から6番目の画素を基準に、フレーム#n+1の左から10番目の画素を示す動きベクトルを、フレーム#nの注目画素に対応する推定動きベクトルとして選択する。

【0330】同様に、フレーム#nの左から7番目の画素を注目画素としたときを例に説明する。式(9)において、フレーム#nの左から7番目の画素の混合比α06は、1/2である。

【0331】注目画素の混合比と同じ値の重みをフレーム# $n-1$ の画素値に乘じた値を算出して、フレーム# $n$ の混合領域または背景領域に属する、対応する画素の画素値との差分を求めると、図53に示すように、画素値に含まれる背景の成分の全部または一部が除去される。左から6番目の画素において、本来含まれている背景の成分以上の背景の成分が除されることとなるので、その画素値は、対応する背景の成分の負の値を含むことになる。

【0332】フレーム# $n$ の左から7番目の画素において、画素値に含まれる背景の成分の全部が除去され、前景の成分の全部が残る。

【0333】式(12)において、フレーム# $n+1$ の11番目の画素の混合比 $\alpha_{10}$ は、1/2である。

【0334】フレーム# $n$ の注目画素の混合比 $\alpha$ と同じ値の重みをフレーム# $n$ の画素値に乘じた値を算出して、フレーム# $n+1$ の混合領域に属する、対応する画素の画素値との差分を求めると、図53に示すように、画素値に含まれる背景の成分の全部または一部が除去される。左から10番目の画素において、本来含まれている背景の成分以上の背景の成分が除されることとなるので、その画素値は、対応する背景の成分の負の値を含むことになる。

【0335】左から11番目の画素において、画素値に含まれる背景の成分の全部が除去され、前景の成分の全部が残る。

【0336】図53に示すように、フレーム# $n$ の左から7番目の画素に含まれる前景の成分が、フレーム# $n+1$ の左から11番目の画素に含まれる前景の成分と同一なので、重みが注目画素の混合比と同じとき、フレーム# $n$ の左から7番目の画素に対応する差分と、フレーム# $n+1$ の左から11番目の画素の差分との相関は、フレーム# $n$ の左から7番目の画素に対応する差分と、フレーム# $n+1$ の各画素の差分との相関のうち、最大となる。

【0337】図54に示すように、フレーム# $n$ の左から7番目の画素が注目画素のとき、最大値判定部428は、最大の相関に対応する、1/2である重みを推定混合比として選択すると共に、フレーム# $n$ の左から7番目の画素を基準に、フレーム# $n+1$ の左から11番目の画素を示す動きベクトルを、フレーム# $n$ の左から7番目の画素に対応する推定動きベクトルとして選択する。

【0338】すなわち、図55に示すように、フレーム# $n-1$ の画素値にある重みを乘じた値を算出して、フレーム# $n$ の混合領域に属する、対応する画素の画素値との差分 $z_0, z_1$ 、および $z_2$ を求めると共に、フレーム# $n$ の画素値に同じ重みを乘じた値を算出して、フレーム# $n+1$ の混合領域に属する、対応する画素の画素値との差分 $A_0, A_1$ 、および $A_2$ を求めたとき、例えば、フレーム# $n$ における注目画素に対応する差分 $z_1$ と、フレーム# $n+1$ における、注目画素を基準として、動きベクトルで示される位置の画素に対応する差分 $A_1$ が等しい場合、その重みは、

フレーム# $n$ における注目画素の混合比 $\alpha$ に等しく、その動きベクトルは、フレーム# $n$ における注目画素の動きベクトルに等しい。

【0339】このように、推定混合比処理部401は、フレーム# $n-1$ の画素値にある重みを乘じた値を算出して、フレーム# $n$ の混合領域に属する、対応する画素の画素値との差分を求めると共に、フレーム# $n$ の画素値に同じ重みを乘じた値を算出して、フレーム# $n+1$ の混合領域に属する、対応する画素の画素値との差分を求める。推定混合比処理部401は、フレーム# $n$ における注目画素に対応する差分と、フレーム# $n+1$ における、注目画素を基準として、動きベクトルで示される位置の画素に対応する差分が等しいとき、その重みを、フレーム# $n$ における注目画素の混合比 $\alpha$ とし、その動きベクトルを、フレーム# $n$ における注目画素の動きベクトルとする。

【0340】推定混合比処理部401は、所定の数の画素からなるブロックを単位として、推定混合比および推定動きベクトルを検出するようにしてもよい。

【0341】例えば、図56に示すように、推定混合比処理部401は、3つの画素を1つのブロックとして、1つのブロックの混合比 $\alpha$ が一定であると仮定して、推定混合比および推定動きベクトルを検出することができる。より具体的には、例えば、図57に示すように、推定混合比処理部401は、フレーム# $n$ の左から6番目乃至8番目の画素を1つのブロックとして、1つの重みに対応して差分を算出し、フレーム# $n$ の対応するブロックの差分との相関を求めて、相関が最も高いブロックに対応する、重みおよび動きベクトルを選択する。

【0342】また、例えば、図58に示すように、推定混合比処理部401は、3つの画素を1つのブロックとして、1つのブロックに所定の直線または曲線を当てはめて、当てはめた直線または曲線に対応して混合比 $\alpha$ が変化すると仮定して、推定混合比および推定動きベクトルを検出することができる。3つの画素を1つのブロックとして、1つのブロックに所定の直線または曲線を当てはめるとき、重み生成部422は、直線または曲線に対応させて、1つのブロックに含まれる3つの画素に対応する3つの重みを重み情報として出力する。

【0343】例えば、重み生成部422が生成する、1つの重み情報は、0.25、0.5、および0.75の値を有する3つの重みからなる。

【0344】重み生成部422は、1つのフレームに対応して、傾き、切片、または曲率を変化させた直線または曲線に対応させた複数の重みからなる重み情報を生成する。

【0345】より具体的には、例えば、重み生成部422が、1つのブロックに対応させて、直線に対応する0.25、0.5、および0.75からなる1つの重み情報を生成するとき、図59に示すように、推定混合比処理部401は、フレーム# $n$ の左から6番目乃至8番目の画素を1つ

のブロックとして、フレーム# $n$ の左から6番目の画素について0.25の重みを基に差分を算出し、フレーム# $n$ の左から7番目の画素について0.5の重みを基に差分を算出し、フレーム# $n$ の左から8番目の画素について0.75の重みを基に差分を算出する。同様に、推定混合比処理部401は、フレーム# $n+1$ の左から10番目乃至12番目の画素を1つのブロックとして、フレーム# $n+1$ の左から10番目の画素について0.25の重みを基に差分を算出し、フレーム# $n+1$ の左から11番目の画素について0.5の重みを基に差分を算出し、フレーム# $n+1$ の左から12番目の画素について0.75の重みを基に差分を算出する。

【0346】推定混合比処理部401は、直線または曲線に対応する重みを基にした差分の相関を求めて、相関が最も高いブロックに対応する、重みおよび動きベクトルを選択する。

【0347】図60に示すように、推定混合比処理部401は、3つの画素を1つのブロックとして、1つの画素毎に所定の重みを対応させて、推定混合比および推定動きベクトルを検出することができる。

【0348】より具体的には、例えば、重み生成部422が、1つのブロックに対応させて、0.75、0.25、および0.5からなる1つの重み情報を生成するとき、図61に示すように、推定混合比処理部401は、フレーム# $n$ の左から6番目乃至8番目の画素を1つのブロックとして、フレーム# $n$ の左から6番目の画素について0.75の重みを基に差分を算出し、フレーム# $n$ の左から7番目の画素について0.25の重みを基に差分を算出し、フレーム# $n$ の左から8番目の画素について0.5の重みを基に差分を算出する。同様に、推定混合比処理部401は、フレーム# $n+1$ の左から10番目乃至12番目の画素を1つのブロックとして、フレーム# $n+1$ の左から10番目の画素について0.75の重みを基に差分を算出し、フレーム# $n+1$ の左から11番目の画素について0.25の重みを基に差分を算出し、フレーム# $n+1$ の左から12番目の画素について0.5の重みを基に差分を算出する。

【0349】推定混合比処理部401は、1つのブロックのそれぞれの画素毎に対応する重みを基にした差分の相関を求めて、相関が最も高いブロックに対応する、重みおよび動きベクトルを選択する。

【0350】なお、3つの画素からなるブロックを例に説明したが、本発明に係る信号処理装置は、ブロックに含まれる画素の数により限定されない。また、ブロックは、所定の直線上に並ぶ所定の数の画素からなるようにしてもよく、3画素×3画素などの、所定の面上の所定の数の画素からなるようにしてもよい。

【0351】次に、推定混合比処理部401による、1つの画素毎に、推定混合比および推定動きベクトルを検出するとき、または、1つのブロックのそれぞれの画素毎に対応する重みを基にした差分の相関を基に、推定混合比および動きベクトルを検出するときの、より確から

しい重みおよび動きベクトルをさらに選択する処理について説明する。

【0352】上述したように、1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。また、前景に対応するオブジェクトがシャッタ時間内に等速で動いていると仮定できるので、混合領域に属する画素の混合比 $\alpha$ は、直線的に変化する。

【0353】前景のオブジェクトが剛体なので、前景のオブジェクトに対応する動きベクトルは、1つである。

【0354】これら性質を利用して、推定混合比処理部401は、より確からしい重みおよび動きベクトルをさらに選択する。

【0355】図62乃至図66において、図中の○は、画素を表す。画素のそれぞれに対応する重み $w_0$ 乃至 $w_3$ は、式(17)の関係を満たすとする。

【0356】

$$0 < w_0 < w_1 < w_2 < w_3 < 1 \quad (17)$$

【0357】推定混合比処理部401は、式(17)の関係を満たす重み、および1つの動きベクトルに対応する画素のうち、少なくとも1つの画素の位置が、混合領域の外にあるか否かを判定し、少なくとも1つの画素の位置が、混合領域の外にあると判定された場合、前景領域の混合比 $\alpha$ が0であり、背景領域の混合比 $\alpha$ が1なので、この重みおよび動きベクトルを選択しない。

【0358】例えば、図62に示すように、重み $w_0$ に対応する画素の位置が混合領域の外にあるとき、推定混合比処理部401は、この重み $w_0$ 乃至 $w_3$ および動きベクトルを選択しない。

【0359】推定混合比処理部401は、式(17)の関係を満たす重み、および1つの動きベクトルに対応する画素の位置が、式(17)に示す重みの大きさに対応する位置関係にあるか否かを判定し、重みの大きさに対応する位置関係にないと判定された場合、この重みと動きベクトルを選択しない。

【0360】例えば、図63に示すように、重み $w_3$ に対応する画素、重み $w_1$ に対応する画素、重み $w_2$ に対応する画素、および重み $w_0$ に対応する画素が順に並んでいるとき、混合比 $\alpha$ が直線的に変化するので、推定混合比処理部401は、この重み $w_0$ 乃至 $w_3$ および動きベクトルを選択しない。

【0361】図64に示すように、推定混合比処理部401は、全ての画素が混合領域内に位置し、重み $w_0$ に対応する画素、重み $w_1$ に対応する画素、重み $w_2$ に対応する画素、および重み $w_3$ に対応する画素が順に並んでいるとき、この重み $w_0$ 乃至 $w_3$ および動きベクトルを選択する。

【0362】さらに、推定混合比処理部401は、動きベクトルで示される画素の距離の分散を基に、より確からしい重みおよび動きベクトルを選択できる。

【0363】全ての画素が混合領域内に位置し、重み $w_0$ に対応する画素、重み $w_1$ に対応する画素、重み $w_2$ に対応する画素、および重み $w_3$ に対応する画素が順に並ぶとき、推定混合比処理部401は、画素の距離の分散がより小さい、重み $w_0$ 乃至 $w_3$ および動きベクトルを選択する。

【0364】例えば、図65および図66に示す例において、図65に示す画素の距離の分散が、図66に示す画素の距離の分散より大きいので、推定混合比処理部401は、分散のより小さい、図66に対応する重み $w_0$ 乃至 $w_3$ および動きベクトルを選択する。すなわち、推定混合比処理部401は、動きベクトルで示される画素の距離が均一である、重み $w_0$ 乃至 $w_3$ および動きベクトルを選択する。これは、混合比 $\alpha$ が直線的に変化するので、推定混合比処理部401は、重みがより直線的に変化する組み合わせを選択することを意味する。

【0365】なお、推定混合比処理部401が、カバーバックグラウンド領域に対応して、前のフレームの画素を背景の画素として、推定混合比および推定動きベクトルを検出するのに対して、推定混合比処理部402は、アンカバードバックグラウンド領域に対応して、次のフレームの画素を背景の画素とする、推定混合比処理部401と同様の処理で、推定混合比および推定動きベクトルを検出するので、その説明は省略する。

【0366】図67は、同時検出部102の他の構成を示すブロック図である。図47に示す場合と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0367】選択部441は、領域特定部101から供給された領域情報を基に、カバーバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前のフレームの画素を推定混合比処理部401に供給する。選択部441は、領域特定部101から供給された領域情報を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する次のフレームの画素を推定混合比処理部402に供給する。

【0368】選択部442は、領域特定部101から供給された領域情報を基に、対象となる画素が前景領域に属する場合、0である推定混合比を選択して、混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1である推定混合比を選択して、混合比 $\alpha$ に設定する。選択部442は、対象となる画素がカバーバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定混合比を選択して混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定混合比を選択して混合比 $\alpha$ に設定する。選択部442は、領域情報を基に選択して設定した混合比 $\alpha$ を出力する。

【0369】選択部442は、領域特定部101から供給された領域情報を基に、対象となる画素がカバーバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部4

01から供給された推定動きベクトルを選択して動きベクトルに設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定動きベクトルを選択して動きベクトルに設定する。選択部442は、領域情報を基に選択して設定した動きベクトルを出力する。

【0370】このように、図67に示す他の構成を有する同時検出部102は、画像の含まれる画素毎に混合比 $\alpha$ および動きベクトルを検出して、検出した混合比 $\alpha$ および動きベクトルを出力することができる。

【0371】図68のフローチャートを参照して、図47に構成を示す混合比算出部104の混合比 $\alpha$ および動きベクトルの検出の処理を説明する。ステップS401において、同時検出部102は、領域特定部103から供給された領域情報を取得する。ステップS402において、推定混合比処理部401は、カバーバックグラウンド領域に対応して推定混合比および推定動きベクトルを検出し、検出した推定混合比を混合比決定部403に供給すると共に、検出した推定動きベクトルを動きベクトル決定部404に供給する。推定混合比および推定動きベクトルの検出の処理の詳細は、図69のフローチャートを参照して、後述する。

【0372】ステップS403において、推定混合比処理部402は、アンカバードバックグラウンド領域に対応して推定混合比および推定動きベクトルを検出し、検出した推定混合比を混合比決定部403に供給すると共に、検出した推定動きベクトルを動きベクトル決定部404に供給する。

【0373】ステップS404において、同時検出部102は、フレーム全体について、推定混合比および推定動きベクトルを検出したか否かを判定し、フレーム全体について、推定混合比および推定動きベクトルを検出していないと判定された場合、ステップS402に戻り、次の画素について推定混合比および推定動きベクトルを検出する処理を実行する。

【0374】ステップS404において、フレーム全体について、推定混合比および推定動きベクトルを検出したと判定された場合、ステップS405に進み、混合比決定部403は、画素が、前景領域、背景領域、カバーバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す、領域特定部101から供給された領域情報を基に、混合比 $\alpha$ を設定する。混合比決定部403は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0を混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1を混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素がカバーバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定混合比を混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定混合比を混合比 $\alpha$ に設定す

る。

【0375】動きベクトル決定部404は、画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す、領域特定部101から供給された領域情報を基に、動きベクトルを設定する。動きベクトル決定部404は、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定動きベクトルを動きベクトルに設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定推定動きベクトルを動きベクトルに設定し、処理は終了する。

【0376】このように、同時検出部102は、領域特定部101から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比 $\alpha$ および動きベクトルを同時に検出することができる。

【0377】図67に構成を示す同時検出部102の混合比 $\alpha$ および動きベクトルの検出の処理は、図68のフローチャートで説明した処理と同様なので、その説明は省略する。

【0378】次に、図69のフローチャートを参照して、図68のステップS402に対応する、カバードバックグラウンド領域に対応する混合比および動きベクトルの推定の処理を説明する。

【0379】ステップS421において、重み生成部422は、重みに予め記憶している初期値を設定する。重み生成部422は、初期値を設定した重みを重み情報として、重み付けフレーム差分演算部423および最大値判定部428に供給する。

【0380】ステップS422において、推定混合比処理部401は、重み生成部422が出力する重みが1を越えたか否かを判定し、重みが1を越えていないと判定された場合、ステップS423に進む。

【0381】ステップS423において、重み付けフレーム差分演算部423は、注目フレームの注目する画素の画素値と、次のフレームの対応する画素の画素値に重みを乗じた値との差分である重み付け差分を算出し、差分Aに、注目フレームの注目画素の重み付け差分を設定する。差分Aは、重み付け差分画像データとして出力される。

【0382】ステップS424において、重み付けフレーム差分演算部423は、注目フレームの次のフレームの画素の画素値と、注目フレームの対応する画素の画素値に重みを乗じた値との差分である重み付け差分を算出し、差分Bに、注目フレームの次のフレームの画素の重み付け差分を設定する。差分Bは、重み付け差分画像データとして出力される。

【0383】ステップS425において、動きベクトル生成部426は、動きベクトルに初期値を設定して、初

期値を設定した動きベクトルを動き補償部424および最大値判定部428に供給する。

【0384】ステップS426において、相関値演算部427は、差分Aおよび差分Bを基に、差分Aの注目画素と、差分Bの動きベクトルで示される画素との相関値を算出する。

【0385】すなわち、ステップS426において、動き補償部424は、動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルを基に、重み付けフレーム差分演算部423から供給された差分Bを動き補償し、動き補償された差分Bを相関値演算部427に供給する。

【0386】相関値演算部427は、注目画素に対応する、フレームメモリ425から供給された差分Aと、動き補償された差分Bとの相関値を算出して、最大値判定部428に供給する。

【0387】例えば、相関値演算部427は、差分Aの注目画素に対応する差分と、注目画素を基準に動きベクトルで示される差分Bの画素に対応する差分の絶対値である相関値を算出する。

【0388】ステップS427において、最大値判定部428は、重み生成部422から供給された重み、および動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルに対応させて、相関値演算部427から供給された相関値を記憶する。

【0389】ステップS428において、動きベクトル生成部426は、動きベクトルの大きさに、所定の増分を加算する。

【0390】ステップS429において、推定混合比処理部401は、動きベクトル生成部426が出力する動きベクトルの大きさが所定の値を越えたか否かを判定し、動きベクトルの大きさが所定の値を越えたと判定された場合、ステップS430に進み、動きベクトル生成部426は、動きベクトルの大きさに初期値を設定する。ステップS431において、動きベクトル生成部426は、動きベクトルの角度に、所定の他の増分を加算する。動きベクトル生成部426は、大きさが初期値とされ、角度が変更された動きベクトルを動き補償部424および最大値判定部428に供給する。

【0391】ステップS432において、推定混合比処理部401は、推定動きベクトルの大きさおよび角度を基に、所定の範囲の画素の相関値を算出したか否かを判定し、所定の範囲の画素の相関値を算出していないと判定された場合、ステップS426に戻り、相関値を算出の処理を繰り返す。

【0392】ステップS432において、所定の範囲の画素の相関値を算出したと判定された場合、ステップS433に進み、重み生成部422は、重みに予め記憶している増分 $\delta$ を加算して、ステップS422に戻り、重みに対応する相関値の算出の処理を繰り返す。

【0393】すなわち、重みが1以下であるとき、ステ

10

20

30

40

50

ップS423乃至ステップS433の処理が繰り返され、増分 $\delta$ 毎に増加する重みおよび所定の範囲を示す動きベクトルに対応する相関値が算出され、重みおよび動きベクトルに対応付けられて相関値が記憶される。

【0394】ステップS429において、動きベクトルの大きさが所定の値を越えていないと判定された場合、手続きは、ステップS426に戻り、重みに対応する相関値の算出の処理を繰り返す。

【0395】ステップS422において、重みが1を超えたと判定された場合、ステップS434に進み、最大

値判定部428は、相関が最も強いことを示す最大の相関値に対応する動きベクトルおよび重みを選択する。

【0396】ステップS435において、最大値判定部428は、選択された動きベクトルを推定動きベクトルに設定して、推定動きベクトルを動きベクトル決定部404に供給する。

【0397】ステップS436において、最大値判定部428は、選択された重みを推定混合比に設定して、重みが設定された推定混合比を混合比決定部403に出力し、処理は終了する。

【0398】このように、推定混合比処理部401は、カバードバックグラウンド領域に対応する推定混合比および推定動きベクトルを算出することができる。

【0399】なお、ステップS403のアンカバードバックグラウンド領域に対応する処理は、差分Aおよび差分Bの算出の処理において、背景に対応する画素値として、次のフレームの画素値を使用する点を除き、図69のフローチャートを参照して説明した処理と同様なので、その説明は省略する。

【0400】次に、推定混合比処理部401による、混合比および動きベクトル推定の他の処理を、図70のフローチャートを参照して説明する。

【0401】ステップS451乃至ステップS464の処理のそれぞれは、ステップS421乃至ステップS434の処理のそれぞれと同様なので、その説明は省略する。

【0402】ステップS465において、最大値判定部428は、ステップS464の処理で選択された動きベクトルおよび重みのうち、動きベクトルで示される画素の位置が、所定の関係を満たす動きベクトルおよび重みを選択する。すなわち、最大値判定部428は、図62乃至図66を参照して説明したように、1つの動きベクトルに対応し、所定の重みに対応する画素が混合領域内に位置し、画素の位置の順序が重みの大きさの順序に対応している動きベクトルおよび重みを選択する。

【0403】より確からしい動きベクトルおよび重みを選択するとき、最大値判定部428は、画素の位置の間隔が重みの大きさの変化に対応している動きベクトルおよび重みを選択する。

【0404】ステップS466において、最大値判定部

428は、選択された動きベクトルを推定動きベクトルに設定して、推定動きベクトルを動きベクトル決定部404に供給する。

【0405】ステップS467において、最大値判定部428は、選択された重みを推定混合比に設定して、重みが設定された推定混合比を混合比決定部403に出力し、処理は終了する。

【0406】このように、推定混合比処理部401は、カバードバックグラウンド領域に対応する、より確からしい推定混合比および推定動きベクトルを算出することができる。

【0407】図71は、推定混合比処理部401の他の構成を示すブロック図である。図48に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してありその説明は省略する。

【0408】動きベクトル生成部426は、重み生成部422が生成する個々の重み毎に、所定の初期値からその大きさが順次増加すると共に、他の所定の初期値からその角度が順次変化する動きベクトルを生成して、生成した動きベクトルを動き補償部461-1および461-2、並びに最大値判定部464に供給する。

【0409】動き補償部461-1は、動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルに基づき、重み付けフレーム差分演算部423から供給された重み付け差分画像データを動き補償し、動き補償された重み付け差分を相関値演算部463に供給する。

【0410】動き補償部461-2は、動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルに基づき、フレームメモリ462-2から供給された重み付け差分画像データを動き補償し、動き補償された重み付け差分を相関値演算部463に供給する。

【0411】動き補償部461-1および461-2は、同一の動きベクトルが入力されたとき、重み付け差分画像データをそれぞれ逆の方向に動き補償する。

【0412】図72は、動き補償部461-1および461-2の動き補償の処理を説明する図である。

【0413】フレーム# $n$ の左から6番目の画素を注目画素としたときを例に説明する。注目画素の混合比と同じ値の重みをフレーム# $n-1$ の画素値に乘じた値を算出して、フレーム# $n$ の混合領域または背景領域に属する、対応する画素の画素値との差分を求めると、フレーム# $n$ の左から6番目の画素において、画素値に含まれる背景の成分の全部が除去され、前景の成分の全部が残る。

【0414】注目画素の混合比と同じ値の重みをフレーム# $n-2$ の画素値に乘じた値を算出して、フレーム# $n-1$ の混合領域または背景領域に属する、対応する画素の画素値との差分を求めると、フレーム# $n-1$ の左から2番目の画素において、画素値に含まれる背景の成分の全部が除去され、前景の成分の全部が残る。

【0415】同様に、注目画素の混合比と同じ値の重み

10

20

30

40

50

をフレーム# $n$ の画素値に乘じた値を算出して、フレーム# $n+1$ の混合領域または背景領域に属する、対応する画素の画素値との差分を求めると、フレーム# $n+1$ の左から10番目の画素において、画素値に含まれる背景の成分の全部が除去され、前景の成分の全部が残る。

【0416】動き補償部461-1が、動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルを基に、フレーム# $n$ の左から6番目の画素に対応する差分と、フレーム# $n+1$ の左から10番目の画素に対応する差分との位置が一致するように、フレーム# $n+1$ の重み付け差分画像データを動き補償するとき、動き補償部461-2は、動きベクトル生成部426から供給された同一の動きベクトルを基に、フレーム# $n$ の左から6番目の画素に対応する差分と、フレーム# $n-1$ の左から2番目の画素に対応する差分との位置が一致するように、フレーム# $n-1$ の重み付け差分画像データを動き補償する。

【0417】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、1フレームの期間は短いので、等速で移動していると仮定が成り立つので、フレーム# $n-1$ とフレーム# $n$ との動きベクトルは、フレーム# $n$ とフレーム# $n+1$ との動きベクトルに等しい。従って、重みが混合比 $\alpha$ に等しく、動きベクトル生成部426が生成する動きベクトルが前景オブジェクトの動きに等しいとき、フレーム# $n$ の重み付け差分画像データの注目画素、動き補償されたフレーム# $n+1$ の重み付け差分画像データの対応する画素、および動き補償されたフレーム# $n-1$ の重み付け差分画像データの対応する画素は、それぞれ同一の前景の成分のみからなり、その相関は、最大となる。

【0418】フレームメモリ462-1は、重み付けフレーム差分演算部423から供給された、複数の重み付け差分画像データをフレーム毎に記憶して、1フレームに対応する期間遅延させ、記憶している重み付け差分画像データをフレームメモリ462-2および相関値演算部463に供給する。

【0419】フレームメモリ462-2は、フレームメモリ462-1から供給された、複数の重み付け差分画像データをフレーム毎に記憶して、1フレームに対応する期間遅延させ、記憶している重み付け差分画像データを動き補償部461-2に供給する。

【0420】相関値演算部463は、個々の重みと個々の動きベクトルとの組み合わせ毎に、動き補償部461-1から供給された動き補償された重み付け差分画像データ、フレームメモリ462-1から供給された1フレーム遅延された重み付け差分画像データ、および動き補償部461-2から供給された動き補償された、2フレーム遅延された重み付け差分画像データの相関値を画素毎に演算して、演算された相関値を最大値判定部464に供給する。

【0421】最大値判定部464は、重み生成部422から供給された重みの値と、動きベクトル生成部426

から供給された動きベクトルの組み合わせに対応させて、相関値演算部463から供給された相関値を記憶する。最大値判定部464は、記憶されている相関値を基に、最も相関の強い相関値に対応する重みおよび動きベクトルを選択する。

【0422】最大値判定部464は、選択された重みを推定混合比に設定し、選択された重みが設定された推定混合比を出力する。最大値判定部464は、選択された動きベクトルを推定動きベクトルに設定し、選択された動きベクトルが設定された推定動きベクトルを出力する。

【0423】次に、図73のフローチャートを参照して、図71に構成を示す推定混合比処理部401による、カバードバックグラウンド領域に対応する混合比および動きベクトルの推定の処理を説明する。図73のフローチャートに示す処理は、図68のステップS402の処理に対応する。

【0424】ステップS481において、重み生成部422は、重みに予め記憶している初期値を設定する。重み生成部422は、初期値を設定した重みを重み情報として、重み付けフレーム差分演算部423および最大値判定部464に供給する。

【0425】ステップS482において、推定混合比処理部401は、重み生成部422が出力する重みが1を越えたか否かを判定し、重みが1を越えていないと判定された場合、ステップS483に進む。

【0426】ステップS483において、重み付けフレーム差分演算部423は、注目フレームの前のフレームの画素の画素値と、注目フレームの2つ前のフレームの画素の画素値に重みを乗じた値との差分である重み付け差分を算出し、差分Aに、注目フレームの前のフレームの重み付け差分を設定する。差分Aは、重み付け差分画像データとして出力される。

【0427】ステップS484において、重み付けフレーム差分演算部423は、注目フレームの画素の画素値と、注目フレームの前のフレームの画素の画素値に重みを乗じた値との差分である重み付け差分を算出し、差分Bに、注目フレームの重み付け差分を設定する。差分Bは、重み付け差分画像データとして出力される。

【0428】ステップS485において、重み付けフレーム差分演算部423は、注目フレームの次のフレームの画素の画素値と、注目フレームの画素の画素値に重みを乗じた値との差分である重み付け差分を算出し、差分Cに、注目フレームの次のフレームの重み付け差分を設定する。差分Cは、重み付け差分画像データとして出力される。

【0429】ステップS486において、動きベクトル生成部426は、動きベクトルに初期値を設定して、初期値を設定した動きベクトルを動き補償部461-1、動き補償部461-2、および最大値判定部464に供

10

20

30

40

50



給する。

【0430】ステップS487において、相関値演算部463は、差分A、差分B、および差分Cを基に、差分Cの動きベクトルで示される画素、差分Bの注目画素、および差分Cの動きベクトルで示される画素の相関値を算出する。

【0431】すなわち、ステップS487において、動き補償部461-1は、動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルを基に、重み付けフレーム差分演算部423から供給された差分Cを動き補償し、動き補償された差分Cを相関値演算部463に供給する。動き補償部461-2は、動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルを基に、フレームメモリ462-2から供給された差分Aを動き補償し、動き補償された差分Aを相関値演算部463に供給する。

【0432】相関値演算部463は、注目画素に対応する、フレームメモリ462-1から供給された差分B、動き補償された差分A、および動き補償された差分Cの相関値を算出して、最大値判定部464に供給する。

【0433】ステップS488において、最大値判定部464は、重み生成部422から供給された重み、および動きベクトル生成部426から供給された動きベクトルに対応させて、相関値演算部463から供給された相関値を記憶する。

【0434】ステップS489において、動きベクトル生成部426は、動きベクトルの大きさに、所定の増分を加算する。

【0435】ステップS490において、推定混合比処理部401は、動きベクトル生成部426が出力する動きベクトルの大きさが所定の値を越えたか否かを判定し、動きベクトルの大きさが所定の値を越えたと判定された場合、ステップS491に進み、動きベクトル生成部426は、動きベクトルの大きさに初期値を設定する。ステップS492において、動きベクトル生成部426は、動きベクトルの角度に、所定の増分を加算する。動きベクトル生成部426は、大きさが初期値とされ、角度が変更された動きベクトルを動き補償部461-1、動き補償部461-2、および最大値判定部464に供給する。

【0436】ステップS493において、推定混合比処理部401は、推定動きベクトルの大きさおよび角度を基に、所定の範囲の画素の相関値を算出したか否かを判定し、所定の範囲の画素の相関値を算出していないと判定された場合、ステップS487に戻り、相関値を算出の処理を繰り返す。

【0437】ステップS493において、所定の範囲の画素の相関値を算出したと判定された場合、ステップS494に進み、重み生成部422は、重みに予め記憶している増分 $\delta$ を加算して、ステップS487に戻り、重みに対応する相関値の算出の処理を繰り返す。

【0438】すなわち、重みが1以下であるとき、ステップS483乃至ステップS494の処理が繰り返され、増分 $\delta$ 毎に増加する重みおよび所定の範囲を示す動きベクトルに対応する相関値が算出され、重みおよび動きベクトルに対応付けられて相関値が記憶される。

【0439】ステップS490において、動きベクトルの大きさが所定の値を越えていないと判定された場合、手続きは、ステップS487に戻り、重みに対応する相関値の算出の処理を繰り返す。

10 【0440】ステップS482において、重みが1を越えたと判定された場合、ステップS495に進み、最大値判定部464は、相関が最も強いことを示す最大の相関値に対応する動きベクトルおよび重みを選択する。

【0441】ステップS496において、最大値判定部464は、選択された動きベクトルを推定動きベクトルに設定して、推定動きベクトルを動きベクトル決定部404に供給する。

【0442】ステップS497において、最大値判定部464は、選択された重みを推定混合比に設定して、重みが設定された推定混合比を混合比決定部403に出力し、処理は終了する。

【0443】このように、推定混合比処理部401は、カバードバックグラウンド領域に対応する推定混合比および推定動きベクトルを算出することができる。

【0444】なお、ステップS403のアンカバードバックグラウンド領域に対応する処理は、差分A、差分B、および差分Cの算出の処理において、背景に対応する画素値として、次のフレームの画素値を使用する点を除き、図73のフローチャートを参照して説明した処理と同様なので、その説明は省略する。

30 【0445】次に、前景背景分離部103について説明する。図74は、前景背景分離部103の構成の一例を示すブロック図である。前景背景分離部103に供給された入力画像は、分離部601、スイッチ602、およびスイッチ604に供給される。カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す、領域特定部101から供給された領域情報は、分離部601に供給される。前景領域を示す領域情報は、スイッチ602に供給される。背景領域を示す領域情報は、スイッチ604に供給される。

【0446】同時検出部102から供給された混合比 $\alpha$ は、分離部601に供給される。

【0447】分離部601は、カバードバックグラウンド領域を示す領域情報、アンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、および混合比 $\alpha$ を基に、入力画像から前景の成分を分離して、分離した前景の成分を合成部603に供給するとともに、入力画像から背景の成分を分離して、分離した背景の成分を合成部605に供給する。

50 【0448】スイッチ602は、前景領域を示す領域情

報を基に、前景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる前景に対応する画素のみを合成部603に供給する。

【0449】スイッチ604は、背景領域を示す領域情報を基に、背景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる背景に対応する画素のみを合成部605に供給する。

【0450】合成部603は、分離部601から供給された前景に対応する成分、スイッチ602から供給された前景に対応する画素を基に、前景成分画像を合成し、合成した前景成分画像を出力する。前景領域と混合領域とは重複しないので、合成部603は、例えば、前景に対応する成分と、前景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、前景成分画像を合成する。

【0451】合成部603は、前景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、前景成分画像の合成の処理において、前景成分画像を格納（上書き）する。従って、合成部603が出力する前景成分画像の内、背景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。

【0452】合成部605は、分離部601から供給された背景に対応する成分、スイッチ604から供給された背景に対応する画素を基に、背景成分画像を合成して、合成した背景成分画像を出力する。背景領域と混合領域とは重複しないので、合成部605は、例えば、背景に対応する成分と、背景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、背景成分画像を合成する。

【0453】合成部605は、背景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、背景成分画像の合成の処理において、背景成分画像を格納（上書き）する。従って、合成部605が出力する背景成分画像の内、前景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。

【0454】図75は、前景背景分離部103に入力される入力画像、並びに前景背景分離部103から出力される前景成分画像および背景成分画像を示す図である。

【0455】図75（A）は、表示される画像の模式図であり、図75（B）は、図75（A）に対応する前景領域に属する画素、背景領域に属する画素、および混合領域に属する画素を含む1ラインの画素を時間方向に展開したモデル図を示す。

【0456】図75（A）および図75（B）に示すように、前景背景分離部103から出力される背景成分画像は、背景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる背景の成分から構成される。

【0457】図75（A）および図75（B）に示すように、前景背景分離部103から出力される前景成分画像は、前景領域に属する画素、および混合領域の画素に

含まれる前景の成分から構成される。

【0458】混合領域の画素の画素値は、前景背景分離部103により、背景の成分と、前景の成分とに分離される。分離された背景の成分は、背景領域に属する画素と共に、背景成分画像を構成する。分離された前景の成分は、前景領域に属する画素と共に、前景成分画像を構成する。

【0459】このように、前景成分画像は、背景領域に対応する画素の画素値が0とされ、前景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。同様に、背景成分画像は、前景領域に対応する画素の画素値が0とされ、背景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。

【0460】次に、分離部601が実行する、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離する処理について説明する。

【0461】図76は、図中の左から右に移動するオブジェクトに対応する前景を含む、2つのフレームの前景の成分および背景の成分を示す画像のモデルである。図76に示す画像のモデルにおいて、前景の動き量 $v$ は4であり、仮想分割数は、4とされている。

【0462】フレーム $\#n$ において、最も左の画素、および左から14番目乃至18番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から11番目乃至13番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバーバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から5番目乃至10番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

【0463】フレーム $\#n+1$ において、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム $\#n+1$ において、左から6番目乃至8番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n+1$ において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバーバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n+1$ において、左から9番目乃至14番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

【0464】図77は、カバーバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図77において、 $\alpha 1$ 乃至 $\alpha 18$ は、フレーム $\#n$ における画素のそれぞれに対応する混合比である。図77において、左から15番目乃至17番目の画素は、カバーバックグラウンド領域に属する。

【0465】フレーム $\#n$ の左から15番目の画素の画素値 $C15$ は、式（18）で表される。

10

20

30

40

50

【0466】

$$\begin{aligned} C15 &= B15/v + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot B15 + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot P15 + F09/v + F08/v + F07/v \end{aligned}$$

(18)

ここで、 $\alpha 15$ は、フレーム# $n$ の左から15番目の画素の混合比である。 $P15$ は、フレーム# $n-1$ の左から15番目の画素の画素値である。

【0467】式(18)を基に、フレーム# $n$ の左から15番目の画素の前景の成分の和 $f15$ は、式(19)で表される。

【0468】

$$f15 = F09/v + F08/v + F07/v$$

$$= C15 - \alpha 15 \cdot P15$$

(19)

【0469】同様に、フレーム# $n$ の左から16番目の画素の前景の成分の和 $f16$ は、式(20)で表され、フレーム# $n$ の左から17番目の画素の前景の成分の和 $f17$ は、式(21)で表される。

【0470】

$$f16 = C16 - \alpha 16 \cdot P16$$

(20)

$$f17 = C17 - \alpha 17 \cdot P17$$

(21)

【0471】このように、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値 $C$ に含まれる前景の成分 $fcl$ は、式(22)で計算される。

【0472】

$$fc = C - \alpha \cdot P$$

(22)

$$f02 = F01/v$$

$$= C02 - \alpha 2 \cdot N02$$

(24)

【0478】同様に、フレーム# $n$ の左から3番目の画素の前景の成分の和 $f03$ は、式(25)で表され、フレーム# $n$ の左から4番目の画素の前景の成分の和 $f04$ は、式

$$f03 = C03 - \alpha 3 \cdot N03$$

(25)

$$f04 = C04 - \alpha 4 \cdot N04$$

(26)

【0480】このように、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値 $C$ に含まれる前景の成分 $fu$ は、式(27)で計算される。

【0481】

$$fu = C - \alpha \cdot N$$

(27)

$N$ は、1つ後のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0482】このように、分離部601は、領域情報に含まれる、カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す情報、並びに画素毎の混合比 $\alpha$ を基に、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離することができる。

【0483】図79は、以上で説明した処理を実行する分離部601の構成の一例を示すブロック図である。分離部601に入力された画像は、フレームメモリ621に供給され、同時検出部102から供給されたカバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラ

\*  $P$ は、1つ前のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0473】図78は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図78において、 $\alpha 1$ 乃至 $\alpha 18$ は、フレーム# $n$ における画素のそれぞれに対応する混合比である。図78において、左から2番目乃至4番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域に属する。

【0474】フレーム# $n$ の左から2番目の画素の画素値 $C02$ は、式(23)で表される。

【0475】

$$C02 = B02/v + B02/v + B02/v + F01/v$$

$$= \alpha 2 \cdot B02 + F01/v$$

$$= \alpha 2 \cdot N02 + F01/v$$

(23)

ここで、 $\alpha 2$ は、フレーム# $n$ の左から2番目の画素の混合比である。 $N02$ は、フレーム# $n+1$ の左から2番目の画素の画素値である。

【0476】式(23)を基に、フレーム# $n$ の左から2番目の画素の前景の成分の和 $f02$ は、式(24)で表される。

【0477】

\* (26)で表される。

【0479】

ンド領域を示す領域情報、並びに混合比 $\alpha$ は、分離処理ブロック622に入力される。

【0484】フレームメモリ621は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ621は、処理の対象がフレーム# $n$ であるとき、フレーム# $n$ の1つ前のフレームであるフレーム# $n-1$ 、フレーム# $n$ 、およびフレーム# $n$ の1つ後のフレームであるフレーム# $n+1$ を記憶する。

【0485】フレームメモリ621は、フレーム# $n-1$ 、フレーム# $n$ 、およびフレーム# $n+1$ の対応する画素を分離処理ブロック622に供給する。

【0486】分離処理ブロック622は、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比 $\alpha$ を基に、フレームメモリ621から供給されたフレーム# $n-1$ 、フレーム# $n$ 、およびフレーム# $n+1$ の対応する画素の画素値に図77および図78を参照して説明した演算を適用して、フレーム# $n$ の混合領域に属する画素から前景の成分および

背景の成分を分離して、フレームメモリ623に供給する。

【0487】分離処理ブロック622は、アンカバード領域処理部631、カバード領域処理部632、合成部633、および合成部634で構成されている。

【0488】アンカバード領域処理部631の乗算器641は、混合比 $\alpha$ を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n+1の画素の画素値に乘じて、スイッチ642に出力する。スイッチ642は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素（フレーム#n+1の画素に対応する）がアンカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器641から供給された混合比 $\alpha$ を乗じた画素値を演算器643および合成部634に供給する。スイッチ642から出力されるフレーム#n+1の画素の画素値に混合比 $\alpha$ を乗じた値は、フレーム#nの対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

【0489】演算器643は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素の画素値から、スイッチ642から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器643は、アンカバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#nの画素の前景の成分を合成部633に供給する。

【0490】カバード領域処理部632の乗算器651は、混合比 $\alpha$ を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n-1の画素の画素値に乘じて、スイッチ652に出力する。スイッチ652は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素（フレーム#n-1の画素に対応する）がカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器651から供給された混合比 $\alpha$ を乗じた画素値を演算器653および合成部634に供給する。スイッチ652から出力されるフレーム#n-1の画素の画素値に混合比 $\alpha$ を乗じた値は、フレーム#nの対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

【0491】演算器653は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素の画素値から、スイッチ652から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器653は、カバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#nの画素の前景の成分を合成部633に供給する。

【0492】合成部633は、フレーム#nの、演算器643から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分、および演算器653から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分を合成して、フレームメモリ623に供給する。

【0493】合成部634は、フレーム#nの、スイッチ642から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分、およびスイッチ652から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分を合成して、フレームメモリ623

に供給する。

【0494】フレームメモリ623は、分離処理ブロック622から供給された、フレーム#nの混合領域の画素の前景の成分と、背景の成分とをそれぞれに記憶する。

【0495】フレームメモリ623は、記憶しているフレーム#nの混合領域の画素の前景の成分、および記憶しているフレーム#nの混合領域の画素の背景の成分を出力する。

【0496】特徴量である混合比 $\alpha$ を利用することにより、画素値に含まれる前景の成分と背景の成分とを完全に分離することが可能になる。

【0497】合成部603は、分離部601から出力された、フレーム#nの混合領域の画素の前景の成分と、前景領域に属する画素とを合成して前景成分画像を生成する。合成部605は、分離部601から出力された、フレーム#nの混合領域の画素の背景の成分と、背景領域に属する画素とを合成して背景成分画像を生成する。

【0498】図80は、図76のフレーム#nに対応する、前景成分画像の例と、背景成分画像の例を示す図である。

【0499】図80（A）は、図76のフレーム#nに対応する、前景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から14番目の画素は、前景と背景が分離される前において、背景の成分のみから成っていたので、画素値が0とされる。

【0500】左から2番目乃至4番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、アンカバードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が0とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から11番目乃至13番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、カバードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が0とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から5番目乃至10番目の画素は、前景の成分のみから成るので、そのまま残される。

【0501】図80（B）は、図76のフレーム#nに対応する、背景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から14番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、背景の成分のみから成っていたので、そのまま残される。

【0502】左から2番目乃至4番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、アンカバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が0とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から11番目乃至13番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、カバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が0とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から5番目乃至10番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、前景の成分のみから成っていたので、画素値が0とされる。

【0503】次に、図81に示すフローチャートを参照

して、前景背景分離部103による前景と背景との分離の処理を説明する。ステップS601において、分離部601のフレームメモリ621は、入力画像を取得し、前景と背景との分離の対象となるフレーム $n$ を、その前のフレーム $n-1$ およびその後のフレーム $n+1$ と共に記憶する。

【0504】ステップS602において、分離部601の分離処理ブロック622は、同時検出部102から供給された領域情報を取得する。ステップS603において、分離部601の分離処理ブロック622は、同時検出部102から供給された混合比 $\alpha$ を取得する。

【0505】ステップS604において、アンカバード領域処理部631は、領域情報および混合比 $\alpha$ を基に、フレームメモリ621から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

【0506】ステップS605において、アンカバード領域処理部631は、領域情報および混合比 $\alpha$ を基に、フレームメモリ621から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

【0507】ステップS606において、カバード領域処理部632は、領域情報および混合比 $\alpha$ を基に、フレームメモリ621から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

【0508】ステップS607において、カバード領域処理部632は、領域情報および混合比 $\alpha$ を基に、フレームメモリ621から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

【0509】ステップS608において、合成部633は、ステップS605の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分と、ステップS607の処理で抽出されたカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分とを合成する。合成された前景の成分は、合成部603に供給される。更に、合成部603は、スイッチ602を介して供給された前景領域に属する画素と、分離部601から供給された前景の成分とを合成して、前景成分画像を生成する。

【0510】ステップS609において、合成部634は、ステップS604の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分と、ステップS606の処理で抽出されたカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分とを合成する。合成された背景の成分は、合成部605に供給される。更に、合成部605は、スイッチ604を介して供給された背景領域に属する画素と、分離部601から供給された背景の成分とを合成して、背景成分画像を生成する。

【0511】ステップS610において、合成部603

は、前景成分画像を出力する。ステップS611において、合成部605は、背景成分画像を出力し、処理は終了する。

【0512】このように、前景背景分離部103は、領域情報および混合比 $\alpha$ を基に、入力画像から前景の成分と、背景の成分とを分離し、前景の成分のみから成る前景成分画像、および背景の成分のみから成る背景成分画像を出力することができる。

【0513】次に、前景成分画像からの動きボケの量の調整について説明する。

【0514】図82は、動きボケ調整部104の構成の一例を示すブロック図である。同時検出部102から供給された動きベクトル、および領域特定部101から供給された領域情報は、処理単位決定部801およびモデル化部802に供給される。前景背景分離部103から供給された前景成分画像は、足し込み部804に供給される。

【0515】処理単位決定部801は、動きベクトル、および領域情報を基に、動きベクトルと共に、生成した処理単位をモデル化部802に供給する。処理単位決定部801は、生成した処理単位を足し込み部804に供給する。

【0516】処理単位決定部801が生成する処理単位は、図83に例を示すように、前景成分画像のカバードバックグラウンド領域に対応する画素から始まり、アンカバードバックグラウンド領域に対応する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素、またはアンカバードバックグラウンド領域に対応する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に対応する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素を示す。処理単位は、例えば、左上点（処理単位で指定される画素であって、画像上で最も左または最も上に位置する画素の位置）および右下点の2つのデータから成る。

【0517】モデル化部802は、動きベクトルおよび入力された処理単位を基に、モデル化を実行する。より具体的には、例えば、モデル化部802は、処理単位に含まれる画素の数、画素値の時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景の成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、図84に示すような、画素値と前景の成分との対応を指定するモデルを選択するようにしても良い。

【0518】例えば、処理単位に対応する画素の数が12でありシャッタ時間内の動き量 $v$ が5であるときにおいては、モデル化部802は、仮想分割数を5とし、最も左に位置する画素が1つの前景の成分を含み、左から2番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から3番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から4番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から5番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から6番目の画素が5つの前景

10

20

30

40

50

の成分を含み、左から7番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から8番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から9番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から10番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から11番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から12番目の画素が1つの前景の成分を含み、全体として8つの前景の成分から成るモデルを選択する。

【0519】なお、モデル化部802は、予め記憶してあるモデルから選択するのではなく、動きベクトル、および処理単位が供給されたとき、動きベクトル、および

処理単位を基に、モデルを生成するようにしてもよい。  
【0520】モデル化部802は、選択したモデルを方

\*

$$\begin{aligned} C01 &= F01/v & (28) \\ C02 &= F02/v + F01/v & (29) \\ C03 &= F03/v + F02/v + F01/v & (30) \\ C04 &= F04/v + F03/v + F02/v + F01/v & (31) \\ C05 &= F05/v + F04/v + F03/v + F02/v + F01/v & (32) \\ C06 &= F06/v + F05/v + F04/v + F03/v + F02/v & (33) \\ C07 &= F07/v + F06/v + F05/v + F04/v + F03/v & (34) \\ C08 &= F08/v + F07/v + F06/v + F05/v + F04/v & (35) \\ C09 &= F08/v + F07/v + F06/v + F05/v & (36) \\ C10 &= F08/v + F07/v + F06/v & (37) \\ C11 &= F08/v + F07/v & (38) \\ C12 &= F08/v & (39) \end{aligned}$$

【0524】方程式生成部803は、生成した方程式を ※する方程式を、式(40)乃至式(51)に示す。  
変形して方程式を生成する。方程式生成部803が生成※

$$\begin{aligned} C01 &= 1 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (40) \\ C02 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (41) \\ C03 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (42) \\ C04 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (43) \\ C05 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (44) \\ C06 &= 0 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (45) \\ C07 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (46) \\ C08 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (47) \\ C09 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (48) \\ C10 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (49) \\ C11 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (50) \\ C12 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \end{aligned}$$

\*【0521】方程式生成部803は、モデル化部802から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。図84に示す前景成分画像のモデルを参照して、前景の成分の数が8であり、処理単位に対応する画素の数が12であり、動き量vが5であり、仮想分割数が5であるときの、方程式生成部803が生成する方程式について説明する。

【0522】前景成分画像に含まれるシャッタ時間/vに対応する前景成分がF01/v乃至F08/vであるとき、F01/v乃至F08/vと画素値C01乃至C12との関係は、式(28)乃至式(39)で表される。

【0523】

【0525】式(40)乃至式(51)は、式(52) \* 【0526】  
 として表すこともできる。 \* 【数12】

$$C_j = \sum_{i=0}^{63} a_{ij} \cdot F_{ilv} \quad (52)$$

式(52)において、jは、画素の位置を示す。この例 ※る。  
 において、jは、1乃至12のいずれか1つの値を有す 【0527】誤差を考慮して表現すると、式(52)  
 る。また、iは、前景値の位置を示す。この例におい は、式(53)のように表すことができる。  
 て、iは、1乃至8のいずれか1つの値を有する。a<sub>ij</sub> 【0528】  
 は、iおよびjの値に対応して、0または1の値を有す ※10 【数13】

$$C_j = \sum_{i=0}^{63} a_{ij} \cdot F_{ilv} + e_j \quad (53)$$

式(53)において、e<sub>j</sub>は、注目画素C<sub>j</sub>に含まれる誤差 ★とができる。  
 である。 【0530】  
 【0529】式(53)は、式(54)に書き換えるこ★ 【数14】

$$e_j = C_j - \sum_{i=0}^{63} a_{ij} \cdot F_{ilv} \quad (54)$$

【0531】ここで、最小自乗法を適用するため、誤差 ☆【0532】  
 の自乗和Eを式(55)に示すように定義する。 ☆ 【数15】

$$E = \sum_{j=0}^N e_j^2 \quad (55)$$

【0533】誤差が最小になるためには、誤差の自乗和 ◆【0534】  
 Eに対する、変数F<sub>k</sub>による偏微分の値が0になればよ 【数16】  
 い。式(56)を満たすようにF<sub>k</sub>を求める。 ◆

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial F_k} &= 2 \cdot \sum_{j=0}^N e_j \cdot \frac{\partial e_j}{\partial F_k} \\ &= 2 \cdot \sum_{j=0}^N \left\{ \left( C_j - \sum_{i=0}^{63} a_{ij} \cdot F_{ilv} \right) \cdot (-a_{kjlv}) \right\} = 0 \end{aligned} \quad (56)$$

【0535】式(56)において、動き量vは固定値で 30\*【0536】  
 あるから、式(57)を導くことができる。 \* 【数17】

$$\sum_{j=0}^N a_{kj} \cdot \left( C_j - \sum_{i=0}^{63} a_{ij} \cdot F_{ilv} \right) = 0 \quad (57)$$

【0537】式(57)を展開して、移項すると、式 ※【0538】  
 (58)を得る。 ※ 【数18】

$$\sum_{j=0}^N (a_{kj} \cdot \sum_{i=0}^{63} a_{ij} \cdot F_{ilv}) = v \cdot \sum_{j=0}^N a_{kj} \cdot C_j \quad (58)$$

【0539】式(58)のkに1乃至8の整数のいづれ 成部803が生成する正規方程式の例を式(59)に示  
 か1つを代入して得られる8つの式に展開する。得られ す。  
 た8つの式を、行列により1つの式により表すことが 40 【0541】  
 きる。この式を正規方程式と呼ぶ。 【数19】  
 【0540】このような最小自乗法に基づく、方程式生

$$\begin{array}{c} 77 \\ \begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \\ F06 \\ F07 \\ F08 \end{bmatrix} \end{array} = v \cdot \begin{array}{c} 78 \\ \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^8 C_i \\ \sum_{i=1}^8 C_i \\ \sum_{i=1}^8 C_i \\ \sum_{i=1}^8 C_i \\ \sum_{i=1}^8 C_i \\ \sum_{i=1}^8 C_i \\ \sum_{i=1}^8 C_i \\ \sum_{i=1}^8 C_i \end{bmatrix} \end{array} \quad (59)$$

【0542】式(59)を $A \cdot F = v \cdot C$ と表すと、 $C, A, v$ が既知であり、 $F$ は未知である。また、 $A, v$ は、モデル化の時点で既知だが、 $C$ は、足し込み動作において画素値を入力することで既知となる。

【0543】最小自乗法に基づく正規方程式により前景成分を算出することにより、画素 $C$ に含まれている誤差を分散させることができる。

【0544】方程式生成部803は、このように生成された正規方程式を足し込み部804に供給する。

【0545】足し込み部804は、処理単位決定部801から供給された処理単位を基に、前景成分画像に含まれる画素値 $C$ を、方程式生成部803から供給された行列の式に設定する。足し込み部804は、画素値 $C$ を設定した行列を演算部805に供給する。

【0546】演算部805は、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などの解法に基づく処理により、動きボケが除去された前景成分 $F_i/v$ を算出して、動きボケが除去された前景の画素値である、0乃至8の整数のいずれかの $i$ に対応する $F_i$ を算出して、図85に例を示す、動きボケが除去された画素値である $F_i$ から成る、動きボケが除去された前景成分画像を動きボケ付加部806および選択部807に出力する。

【0547】なお、図85に示す動きボケが除去された前景成分画像において、C03乃至C10のそれぞれにF01乃至F08のそれぞれが設定されているのは、画面に対する前景成分画像の位置を変化させないためであり、任意の位置に対応させることができる。

【0548】動きボケ付加部806は、動き量 $v$ とは異なる値の動きボケ調整量 $v'$ 、例えば、動き量 $v$ の半分の

$$\begin{array}{c} 40 \\ \begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 3 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \end{bmatrix} \end{array} = v' \cdot \begin{array}{c} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^5 C_i \\ \sum_{i=1}^5 C_i \\ \sum_{i=1}^5 C_i \\ \sum_{i=1}^5 C_i \\ \sum_{i=1}^5 C_i \end{bmatrix} \end{array} \quad (60)$$

【0554】動きボケ調整部104は、このように処理単位の長さに対応した数の式を立てて、動きボケの量が調整された画素値である $F_i$ を算出する。同様に、例え

\* 値の動きボケ調整量 $v'$ や、動き量 $v$ と無関係の値の動きボケ調整量 $v'$ を与えることで、動きボケの量を調整することができる。例えば、図86に示すように、動きボケ付加部806は、動きボケが除去された前景の画素値 $F_i$ を動きボケ調整量 $v'$ で除することにより、前景成分 $F_i/v'$ を算出して、前景成分 $F_i/v'$ の和を算出して、動きボケの量が調整された画素値を生成する。例えば、動きボケ調整量 $v'$ が3のとき、画素値C02は、 $(F01)/v'$ とされ、画素値C03は、 $(F01+F02)/v'$ とされ、画素値C04は、 $(F01+F02+F03)/v'$ とされ、画素値C05は、 $(F02+F03+F04)/v'$ とされる。

【0549】動きボケ付加部806は、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部807に供給する。

【0550】選択部807は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、演算部805から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ付加部806から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0551】このように、動きボケ調整部104は、選択信号および動きボケ調整量 $v'$ を基に、動きボケの量を調整することができる。

【0552】また、例えば、図87に示すように、処理単位に対応する画素の数が8であり、動き量 $v$ が4であるとき、動きボケ調整部104は、式(60)に示す行列の式を生成する。

【0553】

【数20】

ば、処理単位に含まれる画素の数が100あるとき、100個の画素に対応する式を生成して、 $F_i$ を算出する。

【0555】図88は、動きボケ調整部104の他の構



成を示す図である。図82に示す場合と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0556】選択部821は、選択信号を基に、入力された動きベクトルとその位置信号をそのまま処理単位決定部801およびモデル化部802に供給するか、または動きベクトルの大きさを動きボケ調整量 $v'$ に置き換えて、その大きさが動きボケ調整量 $v'$ に置き換えられた動きベクトルとその位置信号を処理単位決定部801およびモデル化部802に供給する。

【0557】このようにすることで、図88の動きボケ調整部104の処理単位決定部801乃至演算部805は、動き量 $v$ と動きボケ調整量 $v'$ との値に対応して、動きボケの量を調整することができる。例えば、動き量 $v$ が5であり、動きボケ調整量 $v'$ が3であるとき、図88の動きボケ調整部104の処理単位決定部801乃至演算部805は、図84に示す動き量 $v$ が5である前景成分画像に対して、3である動きボケ調整量 $v'$ に対応する図86に示すようなモデルに従って、演算を実行し、(動き量 $v$ ) / (動きボケ調整量 $v'$ ) = 5/3、すなわちほぼ1.7の動き量 $v$ に応じた動きボケを含む画像を算出する。なお、この場合、算出される画像は、3である動き量 $v$ に対応した動きボケを含むのではないので、動きボケ付加部806の結果とは動き量 $v$ と動きボケ調整量 $v'$ の関係の意味合いが異なる点に注意が必要である。

【0558】以上のように、動きボケ調整部104は、動き量 $v$ および処理単位に対応して、式を生成し、生成した式に前景成分画像の画素値を設定して、動きボケの量が調整された前景成分画像を算出する。

【0559】次に、図89のフローチャートを参照して、動きボケ調整部104による前景成分画像に含まれる動きボケの量の調整の処理を説明する。

【0560】ステップS801において、動きボケ調整部104の処理単位決定部801は、動きベクトルおよび領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部802に供給する。

【0561】ステップS802において、動きボケ調整部104のモデル化部802は、動き量 $v$ および処理単位に対応して、モデルの選択や生成を行う。ステップS803において、方程式生成部803は、選択されたモデルを基に、正規方程式を作成する。

【0562】ステップS804において、足し込み部804は、作成された正規方程式に前景成分画像の画素値を設定する。ステップS805において、足し込み部804は、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行ったか否かを判定し、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行っていないと判定された場合、ステップS804に戻り、正規方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

【0563】ステップS805において、処理単位の全ての画素の画素値の設定を行ったと判定された場合、ス

テップS806に進み、演算部805は、足し込み部804から供給された画素値が設定された正規方程式を基に、動きボケの量を調整した前景の画素値を算出して、処理は終了する。

【0564】このように、動きボケ調整部104は、動きベクトルおよび領域情報を基に、動きボケを含む前景画像から動きボケの量を調整することができる。

【0565】すなわち、サンプルデータである画素値に含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0566】以上のように、図2に構成を示す信号処理装置は、入力画像に含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0567】図90は、動きボケ調整部104の構成の他の一例を示すブロック図である。同時検出部102から供給された動きベクトルは、処理単位決定部901および補正部905に供給され、領域特定部101から供給された領域情報は、処理単位決定部901に供給される。前景背景分離部103から供給された前景成分画像は、演算部904に供給される。

【0568】処理単位決定部901は、動きベクトル、および領域情報を基に、動きベクトルと共に、生成した処理単位をモデル化部902に供給する。

【0569】モデル化部902は、動きベクトルおよび入力された処理単位を基に、モデル化を実行する。より具体的には、例えば、モデル化部902は、処理単位に含まれる画素の数、画素値の時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景の成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、図91に示すような、画素値と前景の成分との対応を指定するモデルを選択するようにしても良い。

【0570】例えば、処理単位に対応する画素の数が12であり動き量 $v$ が5であるときにおいては、モデル化部902は、仮想分割数を5とし、最も左に位置する画素が1つの前景の成分を含み、左から2番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から3番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から4番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から5番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から6番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から7番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から8番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から9番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から10番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から11番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から12番目の画素が1つの前景の成分を含み、全体として8つの前景の成分から成るモデルを選択する。

【0571】なお、モデル化部902は、予め記憶しているモデルから選択するのではなく、動きベクトル、および処理単位が供給されたとき、動きベクトル、および処理単位を基に、モデルを生成するようにしてもよい。

81

【0572】方程式生成部903は、モデル化部902から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。

【0573】図91乃至図93に示す前景成分画像のモデルを参照して、前景の成分の数が8であり、処理単位に対応する画素の数が12であり、動き量 $v$ が5であるときの、方程式生成部903が生成する方程式の例について説明する。

【0574】前景成分画像に含まれるシャッタ時間 $/v$ に対応する前景成分が $F01/v$ 乃至 $F08/v$ であるとき、 $F01/v$  \*  
 $F08/v=C12$

$$F07/v=C11-C12 \quad (61)$$

$$F07/v=C11-C12 \quad (62)$$

【0577】同様に、画素値 $C10$ 乃至 $C01$ に含まれる前景の成分を考慮すると、前景の成分 $F06/v$ 乃至 $F01/v$ は、式※

$$F06/v=C10-C11 \quad (63)$$

$$F05/v=C09-C10 \quad (64)$$

$$F04/v=C08-C09 \quad (65)$$

$$F03/v=C07-C08+C12 \quad (66)$$

$$F02/v=C06-C07+C11-C12 \quad (67)$$

$$F01/v=C05-C06+C10-C11 \quad (68)$$

【0579】方程式生成部903は、式(61)乃至式(68)に例を示す、画素値の差により前景の成分を算出するための方程式を生成する。方程式生成部903は、生成した方程式を演算部904に供給する。

【0580】演算部904は、方程式生成部903から供給された方程式に前景成分画像の画素値を設定して、画素値を設定した方程式を基に、前景の成分を算出する。演算部904は、例えば、式(61)乃至式(68)が方程式生成部903から供給されたとき、式(61)乃至式(68)に画素値 $C05$ 乃至 $C12$ を設定する。

【0581】演算部904は、画素値が設定された式に基づき、前景の成分を算出する。例えば、演算部904は、画素値 $C05$ 乃至 $C12$ が設定された式(61)乃至式(68)に基づく演算により、図92に示すように、前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ を算出する。演算部904は、前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ を補正部905に供給する。

【0582】補正部905は、演算部904から供給された前景の成分に、処理単位決定部901から供給された動きベクトルに含まれる動き量 $v$ を乗じて、動きボケを除去した前景の画素値を算出する。例えば、補正部905は、演算部904から供給された前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ が供給されたとき、前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ のそれぞれに、5である動き量 $v$ を乗じることにより、図93に示すように、動きボケを除去した前景の画素値 $F01$ 乃至 $F08$ を算出する。

【0583】補正部905は、以上のように算出された、動きボケを除去した前景の画素値から成る前景成分画像を動きボケ付加部906および選択部907に供給する。

【0584】動きボケ付加部906は、動き量 $v$ とは異なる値の動きボケ調整量 $v'$ 、例えば、動き量 $v$ の半分の

82

\*乃至 $F08/v$ と画素値 $C01$ 乃至 $C12$ との関係は、上述したように、式(28)乃至式(39)で表される。

【0575】画素値 $C12$ および $C11$ に注目すると、画素値 $C12$ は、式(61)に示すように、前景の成分 $F08/v$ のみを含み、画素値 $C11$ は、前景の成分 $F08/v$ および前景の成分 $F07/v$ の積和から成る。従って、前景の成分 $F07/v$ は、式(62)で求めることができる。

【0576】

※(63)乃至式(68)により求めることができる。

【0578】

$$(63)$$

$$(64)$$

$$(65)$$

$$(66)$$

$$(67)$$

$$(68)$$

20 値の動きボケ調整量 $v'$ 、動き量 $v$ と無関係の値の動きボケ調整量 $v'$ で、動きボケの量を調整することができる。例えば、図86に示すように、動きボケ付加部906は、動きボケが除去された前景の画素値 $F_i$ を動きボケ調整量 $v'$ で除することにより、前景成分 $F_i/v'$ を算出して、前景成分 $F_i/v'$ の和を算出して、動きボケの量が調整された画素値を生成する。例えば、動きボケ調整量 $v'$ が3のとき、画素値 $C02$ は、 $(F01)/v'$ とされ、画素値 $C03$ は、 $(F01+F02)/v'$ とされ、画素値 $C04$ は、 $(F01+F02+F03)/v'$ とされ、画素値 $C05$ は、 $(F02+F03+F04)/v'$ とされる。

【0585】動きボケ付加部906は、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部907に供給する。

【0586】選択部907は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、補正部905から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ付加部906から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0587】このように、動きボケ調整部104は、選択信号および動きボケ調整量 $v'$ を基に、動きボケの量を調整することができる。

【0588】次に、図90に構成を示す動きボケ調整部104による前景の動きボケの量の調整の処理を図94のフローチャートを参照して説明する。

【0589】ステップS901において、動きボケ調整部104の処理単位決定部901は、動きベクトルおよび領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部902および補正部905に供給する。

【0590】ステップS902において、動きボケ調整部104のモデル化部902は、動き量 $v$ および処理単

位に対応して、モデルの選択や生成を行う。ステップS903において、方程式生成部903は、選択または生成されたモデルを基に、前景成分画像の画素値の差により前景の成分を算出するための方程式を生成する。

【0591】ステップS904において、演算部904は、作成された方程式に前景成分画像の画素値を設定し、画素値が設定された方程式を基に、画素値の差分から前景の成分を抽出する。ステップS905において、演算部904は、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出したか否かを判定し、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出していないと判定された場合、ステップS904に戻り、前景の成分を抽出の処理を繰り返す。

【0592】ステップS905において、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出したと判定された場合、ステップS906に進み、補正部905は、動き量 $v$ を基に、演算部904から供給された前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ のそれぞれを補正して、動きボケを除去した前景の画素値 $F01$ 乃至 $F08$ を算出する。

【0593】ステップS907において、動きボケ付加部906は、動きボケの量を調整した前景の画素値を算出して、選択部907は、動きボケが除去された画像または動きボケの量が調整された画像のいずれかを選択して、選択した画像を出力して、処理は終了する。

【0594】このように、図90に構成を示す動きボケ調整部104は、より簡単な演算で、より迅速に、動きボケを含む前景画像から動きボケを調整することができる。

【0595】ウィナー・フィルタなど従来の動きボケを部分的に除去する手法が、理想状態では効果が認められるが、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対して十分な効果が得られないのに対し、図90に構成を示す動きボケ調整部104においても、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対しても十分な効果が認められ、精度の良い動きボケの除去が可能となる。

【0596】図95は、動きボケの量を調整する信号処理装置の機能の更に他の構成を示すブロック図である。図2に示す信号処理装置が領域特定と混合比 $\alpha$ の算出を順番に行うのに対して、図95に示す信号処理装置は、領域特定と混合比 $\alpha$ の算出を並行して行う。

【0597】図2のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0598】入力画像は、同時検出部1001、前景背景分離部1002、および領域特定部101に供給される。

【0599】同時検出部1001は、入力画像を基に、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を、入力画像に含まれる画素のそれぞれに対

して算出し、算出した画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を前景背景分離部1002に供給する。

【0600】同時検出部1001は、入力画像を基に、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定動きベクトル、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定動きベクトルを、入力画像に含まれる画素のそれぞれに対して算出し、算出した画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定動きベクトル、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定動きベクトルを動きボケ調整部1003に供給する。

【0601】図96は、同時検出部1001の構成の一例を示すブロック図である。

【0602】図96に示す推定混合比処理部401は、図47に示す推定混合比処理部401と同じである。図96に示す推定混合比処理部402は、図47に示す推定混合比処理部402と同じである。

【0603】推定混合比処理部401は、入力画像を基に、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比および推定動きベクトルを算出して、算出した推定混合比および推定動きベクトルを出力する。

【0604】推定混合比処理部402は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比および推定動きベクトルを算出して、算出した推定混合比および推定動きベクトルを出力する。

【0605】前景背景分離部1002は、同時検出部1001から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、並びに領域特定部101から供給された領域情報を基に、入力画像から前景成分画像を生成し、生成した前景成分画像を動きボケ調整部1003および選択部105に供給する。

【0606】図97は、前景背景分離部1002の構成の一例を示すブロック図である。

【0607】図74に示す前景背景分離部103と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0608】選択部1021は、領域特定部101から供給された領域情報を基に、同時検出部1001から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比のいずれか一方を選択して、選択

した推定混合比を混合比 $\alpha$ として分離部601に供給する。

【0609】分離部601は、選択部1021から供給された混合比 $\alpha$ および領域情報を基に、混合領域に属する画素の画素値から前景の成分および背景の成分を抽出し、抽出した前景の成分を合成部603に供給すると共に、背景の成分を合成部605に供給する。

【0610】分離部601は、図79に示す構成と同じ構成とすることができる。

【0611】合成部603は、前景成分画像を合成して、出力する。合成部605は、背景成分画像を合成して出力する。

【0612】図95に戻り、動きボケ調整部1003は、領域情報および推定動きベクトルを基に、前景背景分離部1002から供給された前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量が調整された前景成分画像を出力する。

【0613】図98は、動きボケ調整部1003の構成を示す図である。

【0614】図82に示す動きボケ調整部104と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0615】選択部1041は、領域特定部101から供給された領域情報を基に、同時検出部1001から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定動きベクトル、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定動きベクトルのいずれか一方を選択して、選択した推定動きベクトルを動きベクトルとして処理単位決定部801および演算部805に供給する。

【0616】図95に示す選択部105は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部1002から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部1003から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0617】このように、図95に構成を示す信号処理装置は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像に対して、その画像に含まれる動きボケの量を調整して出力することができる。

【0618】図99は、本発明に係る信号処理装置のさらに他の構成を示すブロック図である。図2に示す信号処理装置と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0619】領域特定部101は、領域情報を同時検出部102および前景背景分離部103に供給する。

【0620】同時検出部102は、検出した混合比 $\alpha$ を前景背景分離部103に供給すると共に、検出した動きベクトルをノイズ除去部1101に供給する。

【0621】ノイズ除去部1101は、同時検出部102から供給された動きベクトル、および前景背景分離部103から供給された、複数のフレームの前景成分画像を基に、前景成分画像からノイズを除去して、ノイズを除去した前景成分画像を選択部105に供給する。

【0622】選択部105は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部103から供給された前景成分画像、およびノイズ除去部1101から供給されたノイズが除去された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0623】図100は、ノイズ除去部1101の構成を示すブロック図である。

【0624】前景背景分離部103から供給された前景成分画像は、フレームメモリ1111-1および平均画素値算出部1113に入力される。

【0625】フレームメモリ1111-1乃至1111-Nは、直列に接続され、前景背景分離部103または前のフレームメモリから供給された前景成分画像を記憶し、1フレームに対応する期間遅延させて、記憶している前景成分画像を出力する。

【0626】フレームメモリ1111-1は、前景背景分離部103から供給された前景成分画像を記憶し、1フレームに対応する期間遅延させて、記憶している前景成分画像をフレームメモリ1111-2および動き補償部1112-1に供給する。

【0627】フレームメモリ1111-2乃至1111-(N-1)は、それぞれ、前のフレームメモリから供給された前景成分画像を記憶し、1フレームに対応する期間遅延させて、次のフレームメモリおよび動き補償部1112-2乃至1112-(N-1)のいずれかに供給する。

【0628】フレームメモリ1111-Nは、フレームメモリ1111-(N-1)から供給された前景成分画像を記憶し、1フレームに対応する期間遅延させて、記憶している前景成分画像を動き補償部1112-Nに供給する。

【0629】動き補償部1112-1は、同時検出部102から供給された動きベクトルを基に、フレームメモリ1111-1から供給された前景成分画像を動き補償し、動き補償された前景成分画像を平均画素値算出部1113に供給する。

【0630】動き補償部1112-2乃至1112-Nのそれぞれは、同時検出部102から供給された動きベクトルを基に、フレームメモリ1111-2乃至1111-Nのいずれかから供給された前景成分画像を動き補償し、動き補償した前景成分画像のそれぞれを平均画素値算出部1113に供給する。

【0631】動き補償部1112-1乃至1112-Nから平均画素値算出部1113に供給される全ての前景成分画像の画面上の位置は、ノイズ除去部1101に入

10

20

30

40

50

力される前景成分画像の画面上の位置に一致している。

【0632】平均画素値算出部1113は、画面上の位置が一致している、ノイズ除去部1101に入力された前景成分画像、および動き補償部1112-1乃至1112-Nのそれぞれから供給された前景成分画像を基に、各画素の画素値の平均値を算出する。平均画素値算出部1113は、前景成分画像の画素値に、算出した画素値の平均値を設定することにより、前景成分画像からノイズを除去し、ノイズが除去された前景成分画像を出力する。

【0633】このように、ノイズ除去部1101は、同時検出部102から供給された動きベクトルを基に、前景背景分離部103から出力された前景成分画像からノイズを除去することができる。

【0634】同時検出部102が出力する動きベクトルが、混合領域が考慮された動きベクトルなので、複数のフレームの前景成分画像をより正確に動き補償することができ、よって、ノイズ除去部1101は、よりノイズのレベルを下げることができる。

【0635】図101のフローチャートを参照して、信号処理装置によるノイズの除去の処理を説明する。

【0636】ステップS1101乃至ステップS1103の処理のそれぞれは、ステップS11乃至ステップS13の処理のそれぞれと同様なので、その説明は省略する。

【0637】ステップS1104において、ノイズ除去部1101は、同時検出部102から供給された動きベクトルを基に、前景背景分離部103から供給された前景成分画像のノイズを除去する。ノイズを除去する処理の詳細は、図102のフローチャートを参照して後述する。

【0638】ステップS1105において、信号処理装置は、画面全体について処理を終了したか否かを判定し、画面全体について処理を終了していないと判定された場合、ステップS1104に進み、ノイズ除去の処理を繰り返す。

【0639】ステップS1105において、画面全体について処理を終了したと判定された場合、処理は終了する。

【0640】このように、信号処理装置は、前景成分画像からノイズを除去することができる。

【0641】図102は、ステップS1104の処理に対応する、ノイズ除去部1101による、前景成分画像のノイズの除去の処理を説明するフローチャートである。

【0642】ステップS1111において、フレームメモリ1111-1乃至1111-Nは、フレーム毎の前景成分画像を記憶する。フレームメモリ1111-1乃至1111-Nは、それぞれ、記憶している前景成分画像を、動き補償部1112-1乃至1112-Nのい

れかに供給する。

【0643】ステップS1112において、動き補償部1112-1乃至1112-Nは、それぞれ、同時検出部102から供給された動きベクトルを基に、フレーム毎の前景成分画像を動き補償する。

【0644】ステップS1113において、平均画素値算出部1113は、動き補償された前景成分画像の画素値の平均値を算出して、算出した平均値を前景成分画像に設定することにより、前景成分画像からノイズを除去し、ノイズが除去された前景成分画像を出力して、処理は終了する。

【0645】このように、ノイズ除去部1101は、前景成分画像からノイズを除去することができる。

【0646】以上のように、図99に構成を示す信号処理装置は、前景成分画像と背景成分画像とを分離し、分離した前景成分画像のノイズを除去することができる。

【0647】なお、混合比 $\alpha$ は、画素値に含まれる背景の成分の割合として説明したが、画素値に含まれる前景の成分の割合としてもよい。

【0648】また、前景となるオブジェクトの動きの方向は左から右として説明したが、その方向に限定されないことは勿論である。

【0649】以上においては、3次元空間と時間軸情報を有する現実空間の画像をビデオカメラを用いて2次元空間と時間軸情報を有する時空間への射影を行った場合を例としたが、本発明は、この例に限らず、より多くの第1の次元の第1の情報を、より少ない第2の次元の第2の情報に射影した場合に、その射影によって発生する歪みを補正したり、有意情報を抽出したり、またはより自然に画像を合成する場合に適応することが可能である。

【0650】なお、センサは、CCDに限らず、固体撮像素子である、例えば、BBD (Bucket Brigade Device)、CID (Charge Injection Device)、CPD (Charge Priming Device)、またはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサでもよく、また、検出素子がマトリックス状に配置されているセンサに限らず、検出素子が1列に並んでいるセンサでもよい。

【0651】本発明の信号処理を行うプログラムを記録した記録媒体は、図1に示すように、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク51 (フロッピー (登録商標) ディスクを含む)、光ディスク52 (CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc)を含む)、光磁気ディスク53 (MD (Mini-Disc) (商標)を含む)、もしくは半導体メモリ54などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されているROM22や、記憶部28に含まれるハードディスクなどで

構成される。

【0652】なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0653】

【発明の効果】本発明の画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムによれば、現実世界では複数であるオブジェクトの画素データにおける混合状態を示す混合比の値の範囲に対応させて、それぞれ異なる値の複数の重みが生成され、生成した個々の重みを示す重み付け情報が生成され、画像データの注目フレームの各画素と、画像データの注目フレームに隣接する隣接フレームの各画素との間で、重み付け情報で示される重みに基づく重み付け差分が算出され、注目フレームに対応する重み付け差分画像データとして出力され、注目フレームの画素データと隣接フレームの画素データとの間の相対的な動きを示す、それぞれ異なる値の複数の動きベクトルが生成され、生成した個々の動きベクトルを示す動きベクトル情報が生成され、動きベクトル情報で示される動きベクトルに応じて、注目フレームの重み付け差分画像データと隣接フレームの重み付け差分画像データとの相対的な位置が合わされ、注目フレームの重み付け差分画像データの各注目画素を中心とした少なくとも1画素からなる注目ブロックと、隣接フレームの重み付け差分画像データの少なくとも1画素からなる対応ブロックとの相関が演算され、重み付け差分画像間相関データとして出力され、重み付け差分画像間相関データの少なくとも1画素からなる所定の単位毎に、重み付け差分画像データ間の相関が最大となる重みおよび動きベクトルが検出され、検出された重みが注目フレームの単位に対応する混合比に設定され、検出された動きベクトルが注目フレームの単位に対応する動きベクトルに設定され、混合比および動きベクトルのうち少なくとも一方が出力されるようにしたので、混合比を検出すると共に、混合領域を考慮して、動きベクトルを検出することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る信号処理装置の一実施の形態を示す図である。

【図2】信号処理装置を示すブロック図である。

【図3】センサによる撮像を説明する図である。

【図4】画素の配置を説明する図である。

【図5】検出素子の動作を説明する図である。

【図6】動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。

【図7】背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウン

ド領域を説明する図である。

【図8】静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して1列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

【図9】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図10】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

10 【図11】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図12】前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す図である。

【図13】画素と画素値を時間方向に展開したモデルとの対応を示す図である。

【図14】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図15】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

20 【図16】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図17】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図18】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図19】動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

【図20】領域特定部101の構成の一例を示すブロック図である。

30 【図21】前景に対応するオブジェクトが移動しているときの画像を説明する図である。

【図22】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図23】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図24】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図25】領域判定の条件を説明する図である。

【図26】領域特定部101の領域の特定の結果の例を示す図である。

【図27】領域特定部101の領域の特定の結果の例を示す図である。

【図28】領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図29】領域特定部101の構成の他の一例を示すブロック図である。

【図30】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図31】背景画像の例を示す図である。

50 【図32】2値オブジェクト画像抽出部302の構成を

示すブロック図である。

【図33】相関値の算出を説明する図である。

【図34】相関値の算出を説明する図である。

【図35】2値オブジェクト画像の例を示す図である。

【図36】時間変化検出部303の構成を示すブロック図である。

【図37】領域判定部342の判定を説明する図である。

【図38】時間変化検出部303の判定の例を示す図である。

【図39】領域判定部103の領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図40】領域判定の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図41】領域特定部101のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図42】ロバスト化部361の構成を説明するブロック図である。

【図43】動き補償部381の動き補償を説明する図である。

【図44】動き補償部381の動き補償を説明する図である。

【図45】領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図46】ロバスト化の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図47】同時検出部102の構成を示すブロック図である。

【図48】推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。

【図49】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図50】重み付け差分画像データを説明する図である。

【図51】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図52】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図53】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図54】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図55】重み付け差分画像相関データを説明する図である。

【図56】ブロックによる推定混合比の検出の一例を示す図である。

【図57】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図58】ブロックによる推定混合比の検出の一例を示す図である。

【図59】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図60】ブロックによる推定混合比の検出の一例を示す図である。

【図61】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図62】より確からしい推定混合比および推定動きベクトルの選択を説明する図である。

【図63】より確からしい推定混合比および推定動きベクトルの選択を説明する図である。

【図64】より確からしい推定混合比および推定動きベクトルの選択を説明する図である。

【図65】より確からしい推定混合比および推定動きベクトルの選択を説明する図である。

【図66】より確からしい推定混合比および推定動きベクトルの選択を説明する図である。

【図67】同時検出部102の他の構成を示すブロック図である。

【図68】混合比 $\alpha$ および動きベクトルの検出の処理を説明するフローチャートである。

【図69】混合比および動きベクトル推定の処理を説明するフローチャートである。

【図70】混合比および動きベクトル推定の他の処理を説明するフローチャートである。

【図71】推定混合比処理部401の他の構成を示すブロック図である。

【図72】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図73】混合比および動きベクトル推定のさらに他の処理を説明するフローチャートである。

【図74】前景背景分離部103の構成の一例を示すブロック図である。

【図75】入力画像、前景成分画像、および背景成分画像を示す図である。

【図76】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図77】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図78】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図79】分離部601の構成の一例を示すブロック図である。

【図80】分離された前景成分画像、および背景成分画像の例を示す図である。

【図81】前景と背景との分離の処理を説明するフローチャートである。

【図82】動きボケ調整部104の構成の一例を示すブロック図である。

【図83】処理単位を説明する図である。

【図84】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、

シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図85】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図86】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図87】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図88】動きボケ調整部104の他の構成を示す図である。

【図89】動きボケ調整部104による前景成分画像に含まれる動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

【図90】動きボケ調整部104の構成の他の一例を示すブロック図である。

【図91】画素値と前景の成分のとの対応を指定するモデルの例を示す図である。

【図92】前景の成分の算出を説明する図である。

【図93】前景の成分の算出を説明する図である。

【図94】前景成分画像の動きボケの除去の処理を説明するフローチャートである。

【図95】信号処理装置の機能の他の構成を示すブロック図である。

【図96】同時検出部1001の構成を示す図である。

【図97】前景背景分離部1002の構成を示す図である。

【図98】動きボケ調整部1003の構成を示す図である。

【図99】信号処理装置の機能のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図100】ノイズ除去部1101の構成を示す図である。

【図101】ノイズ除去の処理を説明するフローチャートである。

【図102】前景成分画像のノイズの除去の処理を説明するフローチャートである。

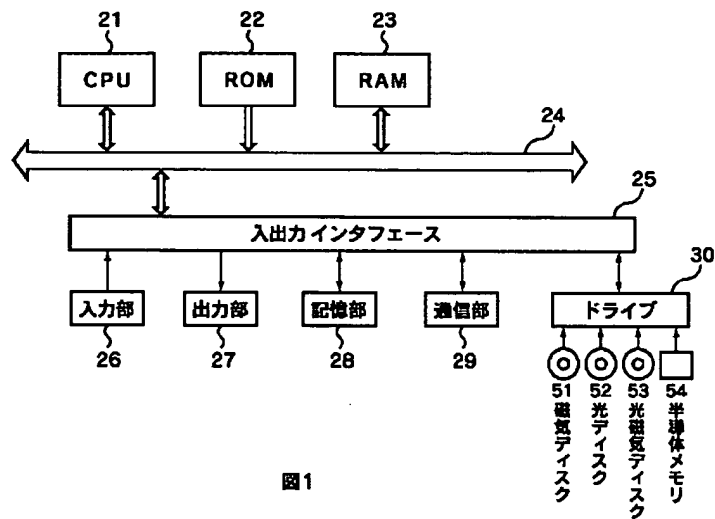
【符号の説明】

21 CPU, 22 ROM, 23 RAM, 26 入力部, 27 出力部, 28 記憶部, 29 通信部, 51 磁気ディスク, 52 光ディスク, 53

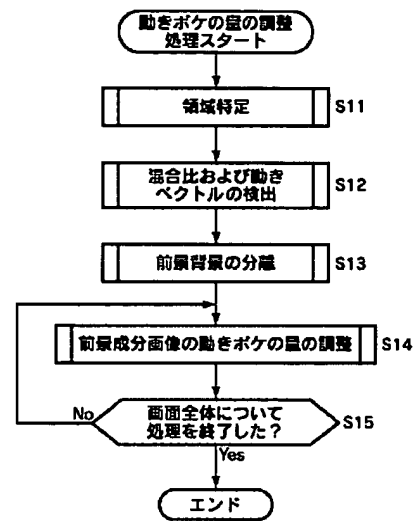
光磁気ディスク, 54 半導体メモリ, 101 領域特定部, 102 同時検出部, 103 前景背景分離部, 104 動きボケ調整部, 105 選択部, 201 フレームメモリ, 202-1乃至202-4 静止判定部, 203-1乃至203-3 領域判定部, 204 判定フラグ格納フレームメモリ, 205 合成部, 206 判定フラグ格納フレームメモリ, 301 背景画像生成部, 302 2値オブジェクト画像抽出部, 303 時間変化検出部, 321 相関値演算部, 322 しきい値処理部, 341 フレームメモリ, 342 領域判定部, 361 ロバスト化部, 381 動き補償部, 382 スイッチ, 383-1乃至383-Nフレームメモリ, 384-1乃至384-N 重み付け部, 385 積算部, 401 推定混合比処理部, 402 推定混合比処理部, 403 混合比決定部, 404 動きベクトル決定部, 421 フレームメモリ, 422 重み生成部, 423 重み付けフレーム差分演算部, 424 動き補償部, 425 フレームメモリ, 426 動きベクトル生成部, 427 相関値演算部, 428 最大値判定部, 441 選択部, 442 選択部, 461-1および461-2 動き補償部, 462-1および462-2フレームメモリ, 463 相関値演算部, 464 最大値判定部, 601分離部, 602 スイッチ, 603 合成部, 604 スイッチ, 605 合成部, 621 フレームメモリ, 622 分離処理ブロック, 623 フレームメモリ, 631 アンカバード領域処理部, 632 カバード領域処理部, 633 合成部, 634 合成部, 801 処理単位決定部, 802 モデル化部, 803 方程式生成部, 804 足し込み部, 805 演算部, 806 動きボケ付加部, 807 選択部, 821 選択部, 901 処理単位決定部, 902 モデル化部, 903 方程式生成部, 904 演算部, 905 補正部, 906 動きボケ付加部, 907 選択部, 1001 同時検出部, 1002 前景背景分離部, 1003 動きボケ調整部, 1021 選択部, 1041 選択部, 1101 ノイズ除去部, 111-1乃至1111-N フレームメモリ, 1112-1乃至1112-N 動き補償部, 1113 平均画素値算出部



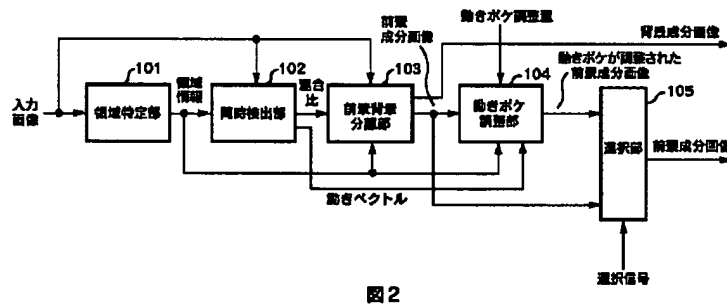
【図1】



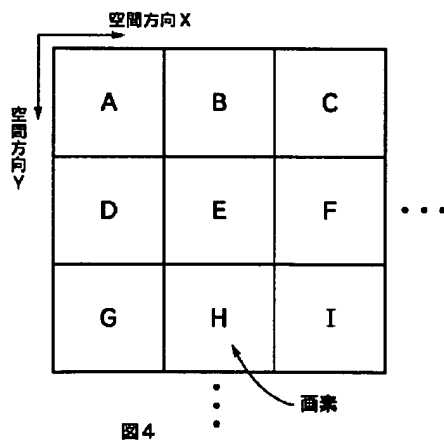
【図19】



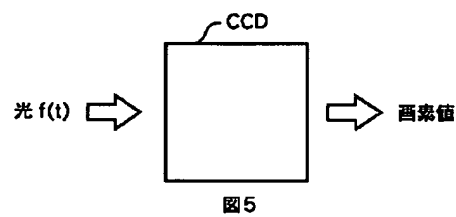
【図2】



【図4】



【図5】



【図3】

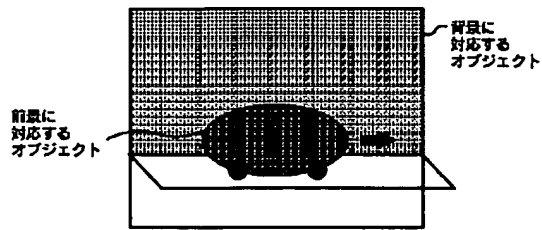


図3

【図7】

領域		説明
背景領域		静止部分
前景領域		動き部分
混合領域	カバードバックグラウンド領域	背景から前景に変化する部分
	アンカバードバックグラウンド領域	前景から背景に変化する部分

図7

【図9】

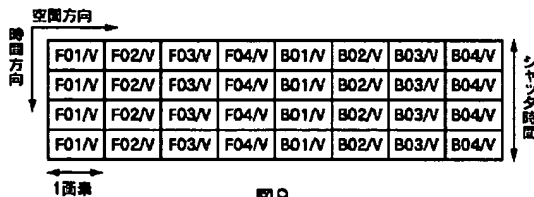


図9

【図11】

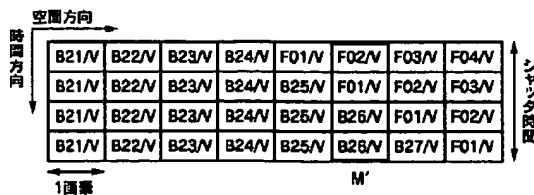


図11

【図6】

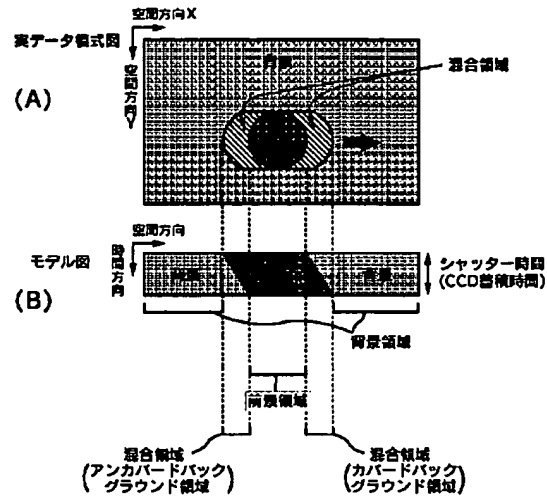


図6

【図8】

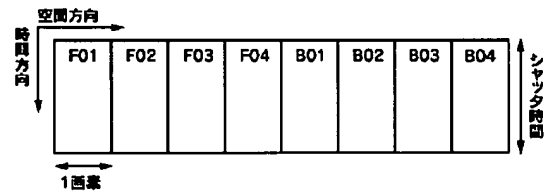


図8

【図10】

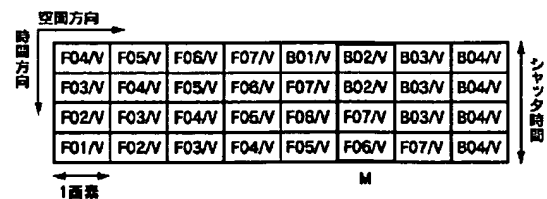


図10

【図12】

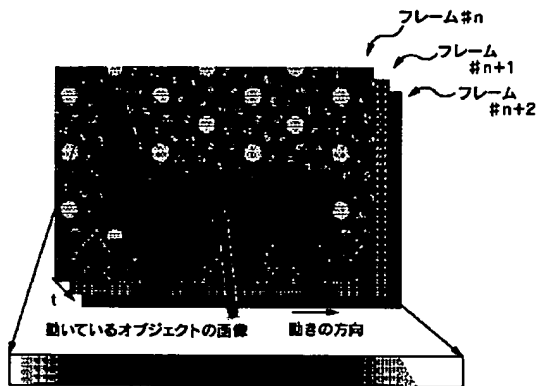


図12

【図21】

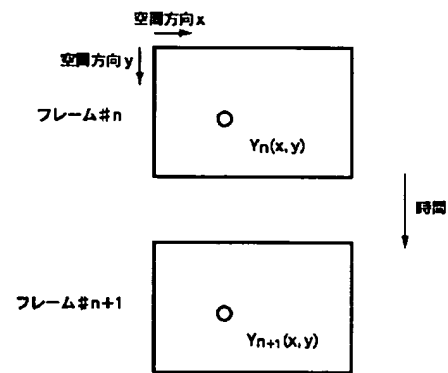


図21

【図13】

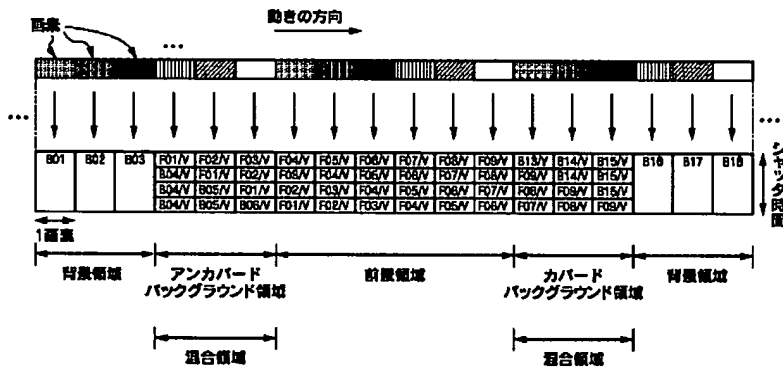


図13

【図14】

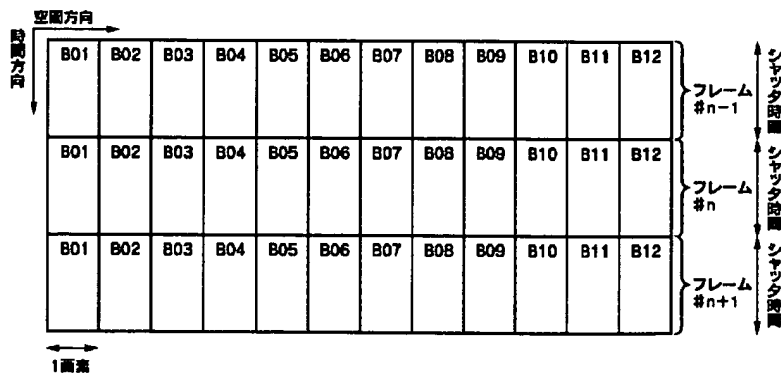


図14

【図15】

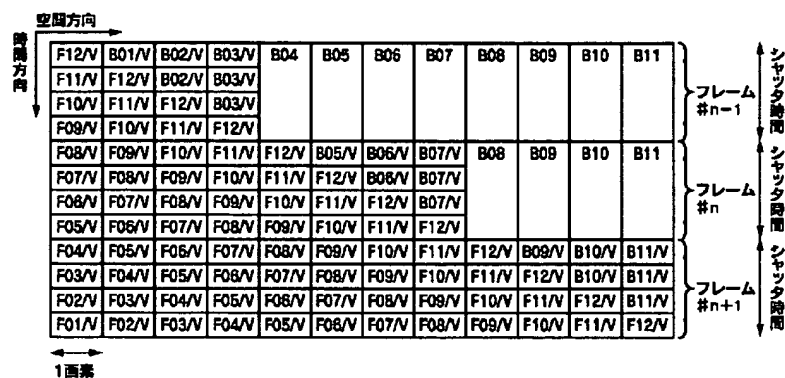


図15

【図16】

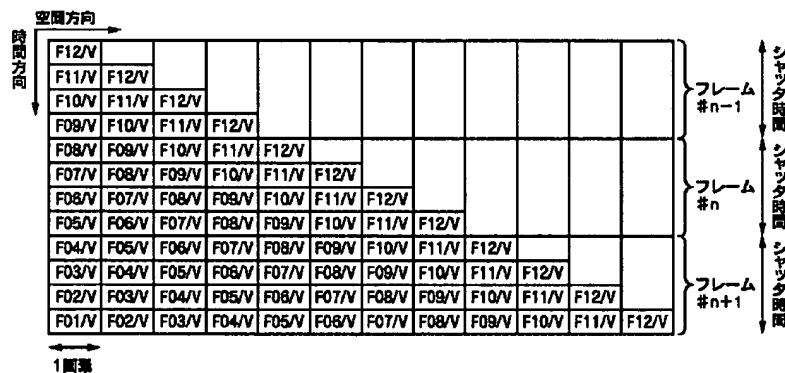


図16

【図17】

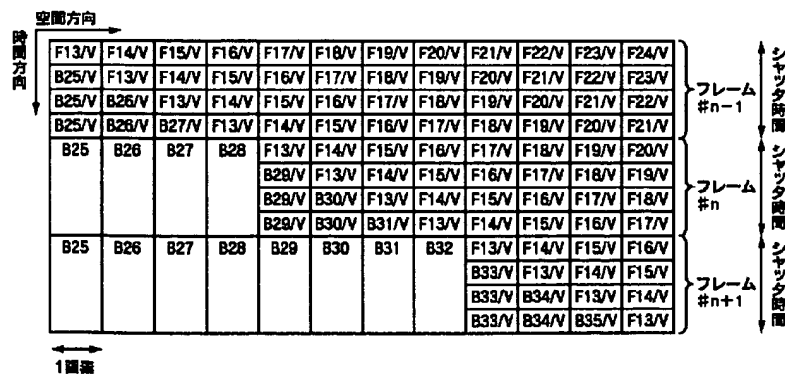


図17

【図18】

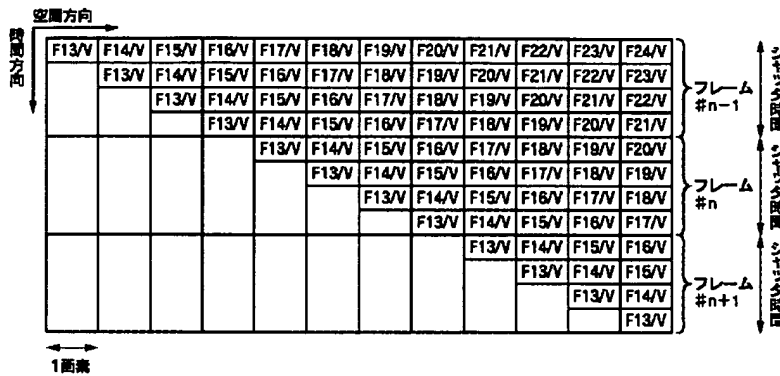


図18

【図20】

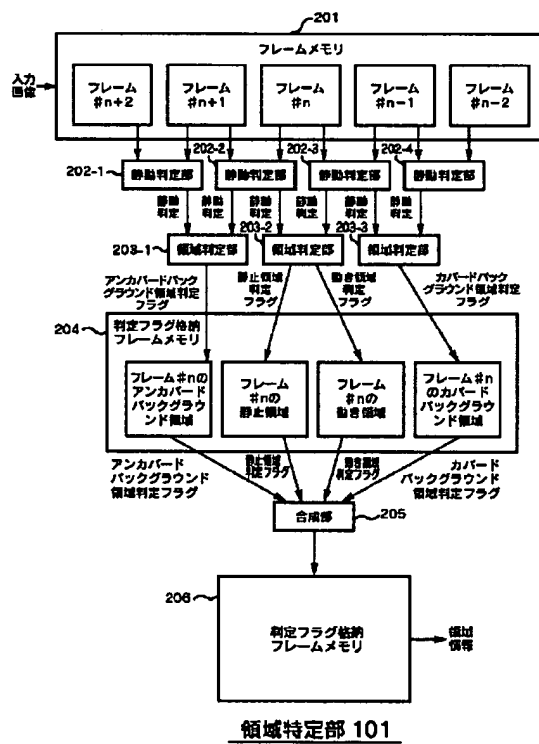


図20

【図31】

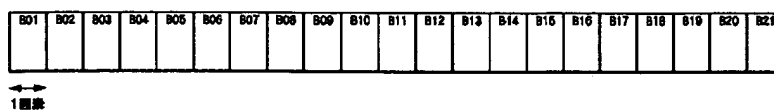


図31

【図27】

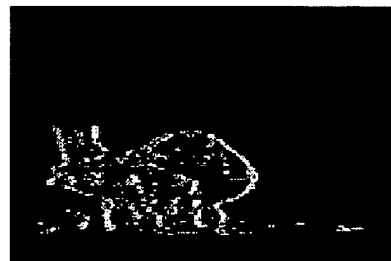


図27

【図33】

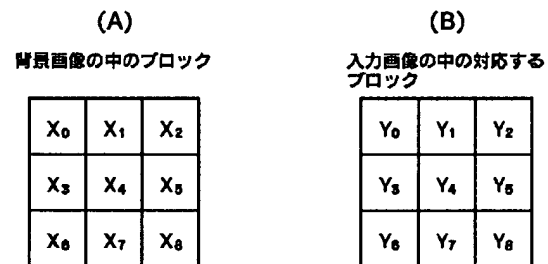


図33

【図22】

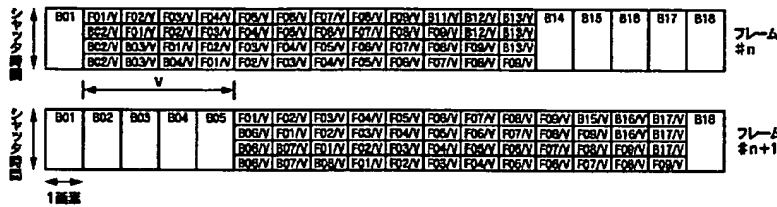


図22

【図23】

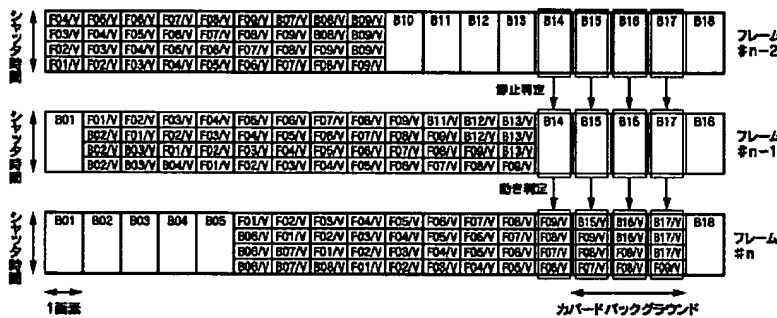


図23

【図24】

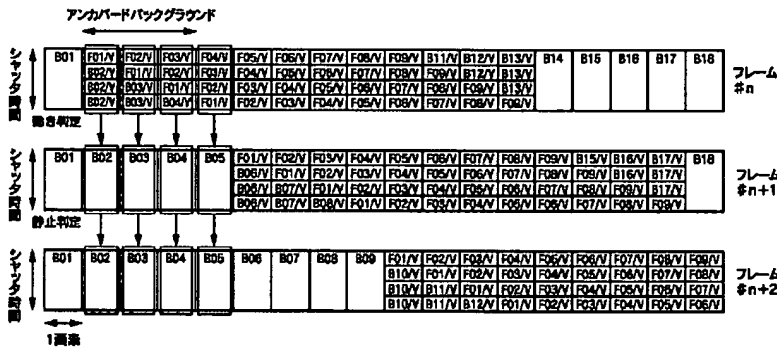


図24

【図25】

領域判定	フレーム#n-2とフレーム#n-1との 計数判定	フレーム#n-1とフレーム#nとの 計数判定	フレーム#nとフレーム#n+1との 計数判定	フレーム#n+1とフレーム#n+2との 計数判定
カバードバックグラウンド領域判定	停止	動き	-	-
静止領域判定	-	停止	停止	-
動き領域判定	-	動き	動き	-
アンカバードバックグラウンド領域判定	-	-	動き	停止

図25

【図39】

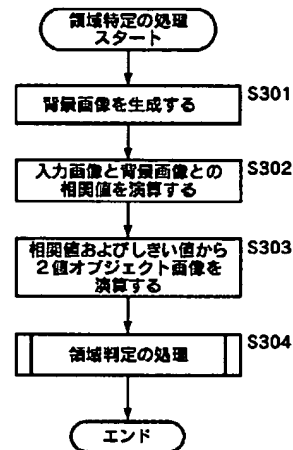


図39

【図26】

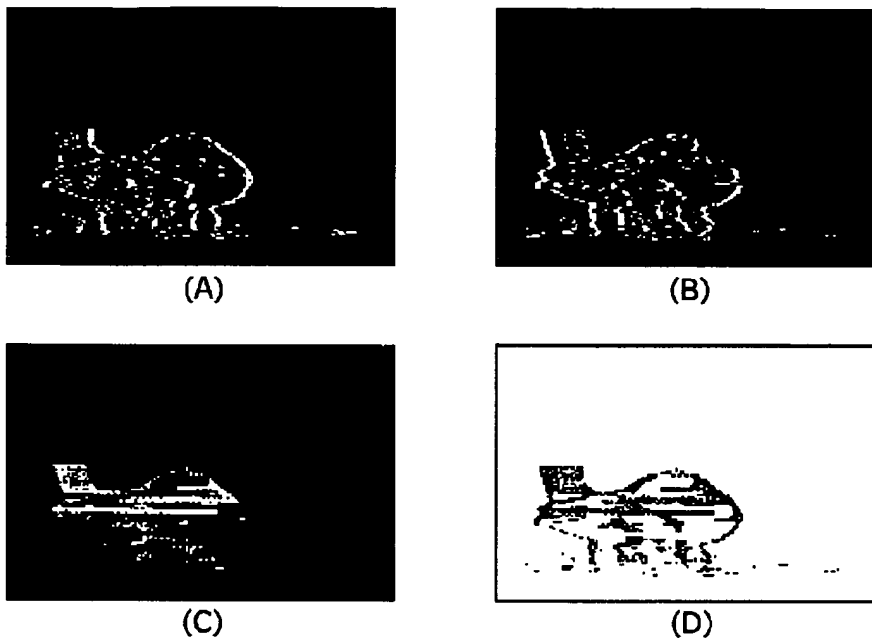
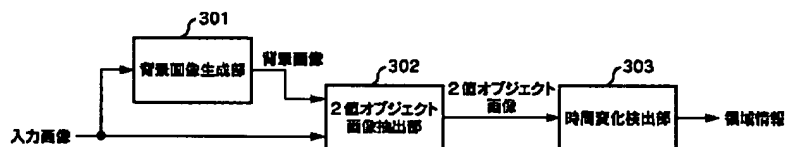


図26

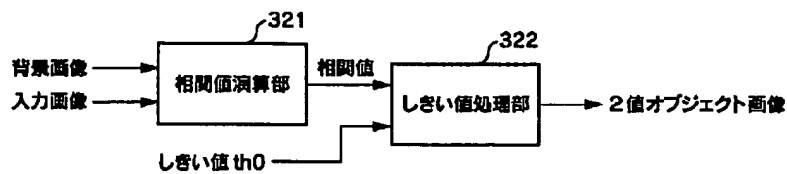
【図29】



領域特定部 101

図29

【図32】



2値オブジェクト画像抽出部 302

図32

【図45】

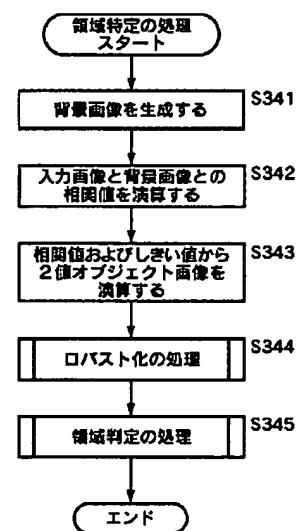


図45

【図28】

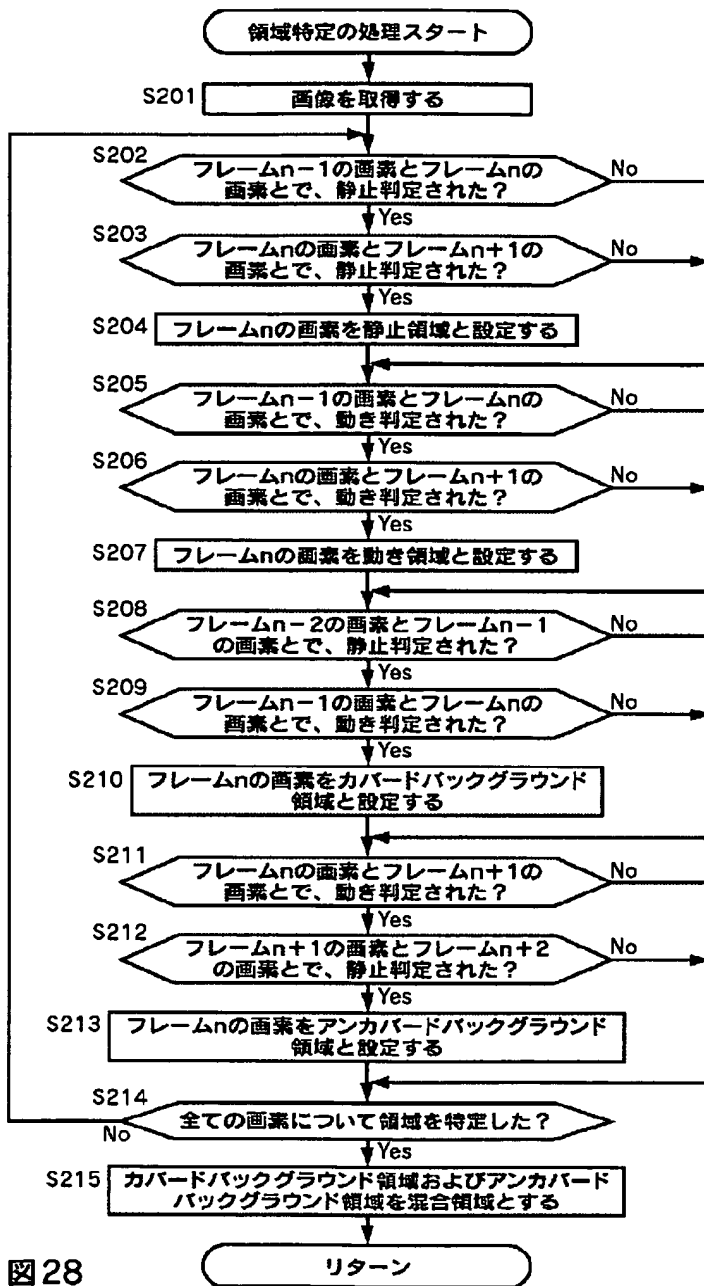


図28

【図46】

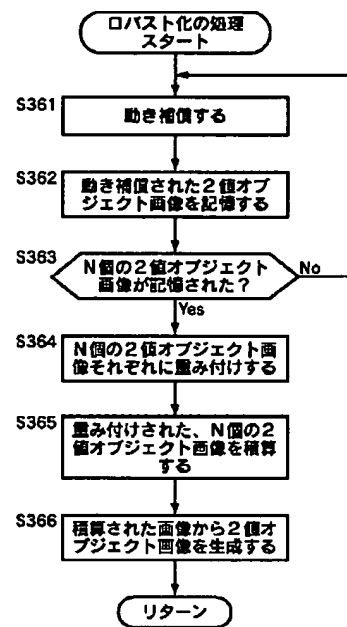


図46



【図30】

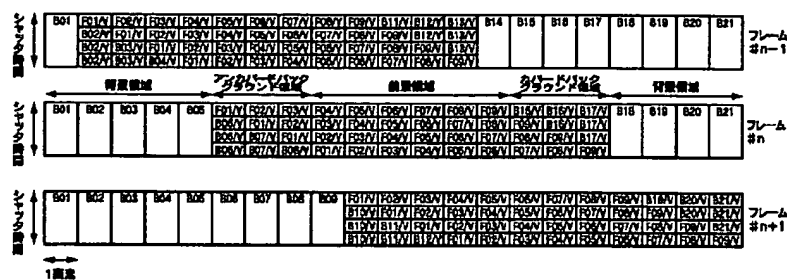


図30

【図34】

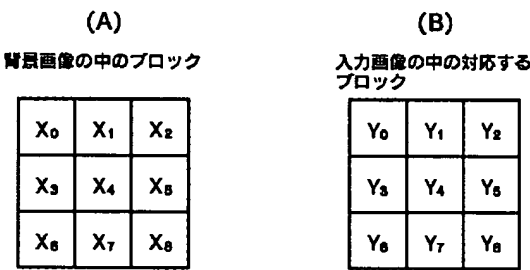


図34

【図35】

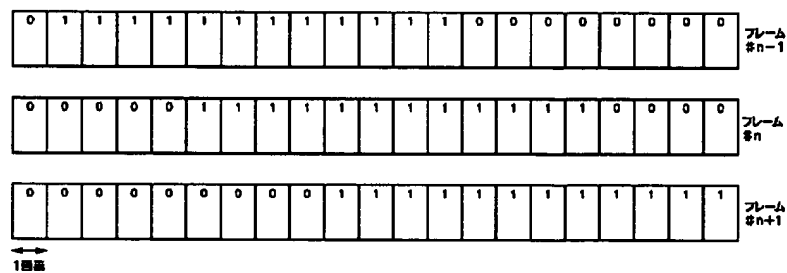


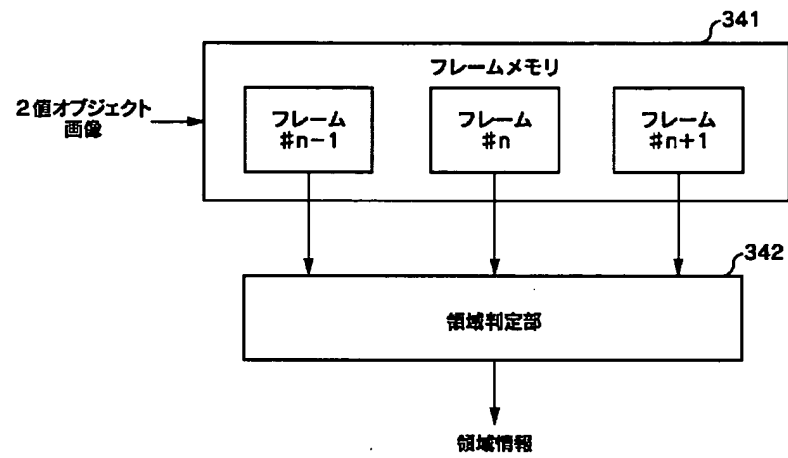
図35

【図37】

	背景領域	前景領域	カバードバックグラウンド領域	アンカバードバックグラウンド領域
フレーム#n-1	-	1	0	-
フレーム#n	0	1	1	1
フレーム#n+1	-	1	-	0

図37

【図36】



時間変化検出部 303

図36

【図38】

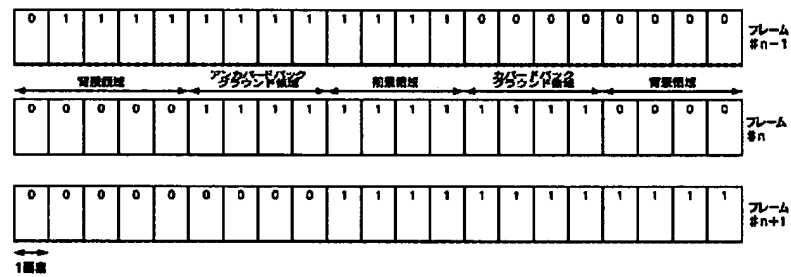
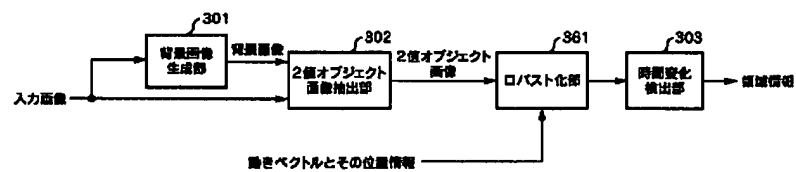


図38

【図41】



領域特定部 101

図41

【図40】

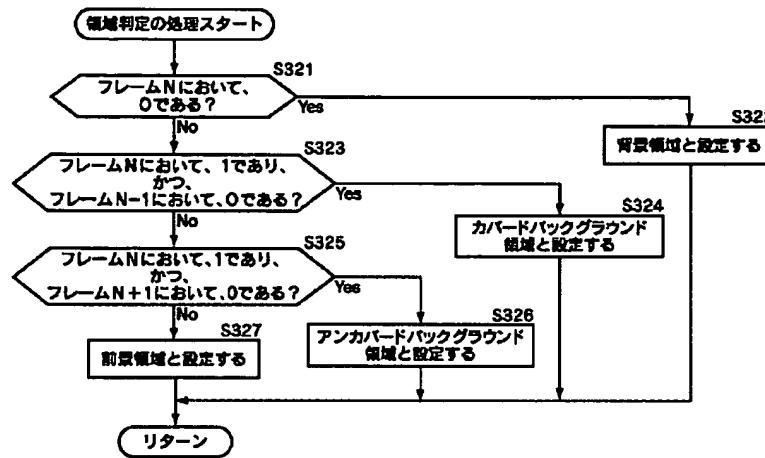
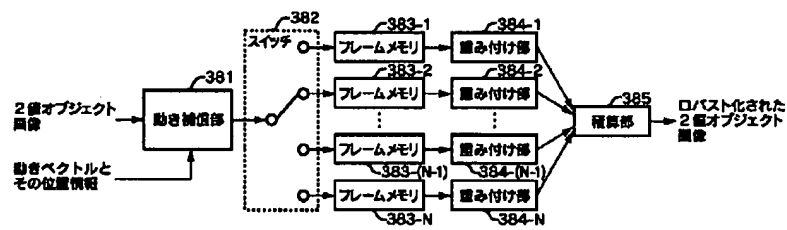


図40

【図42】



ロバスト化部 361

図42

【図43】

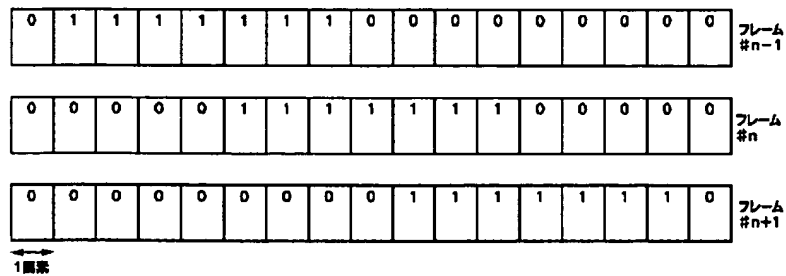


図43

【図44】

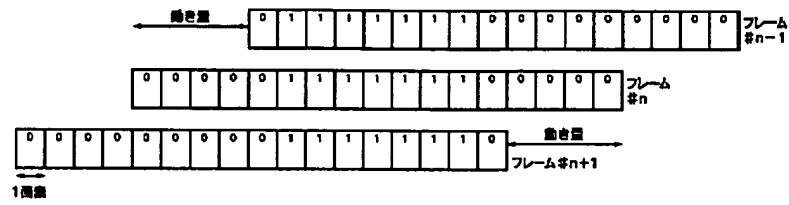


図44

【図47】

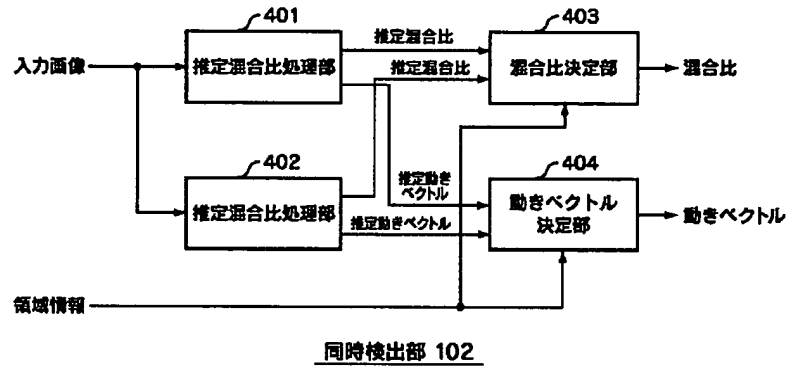


図47

【図48】

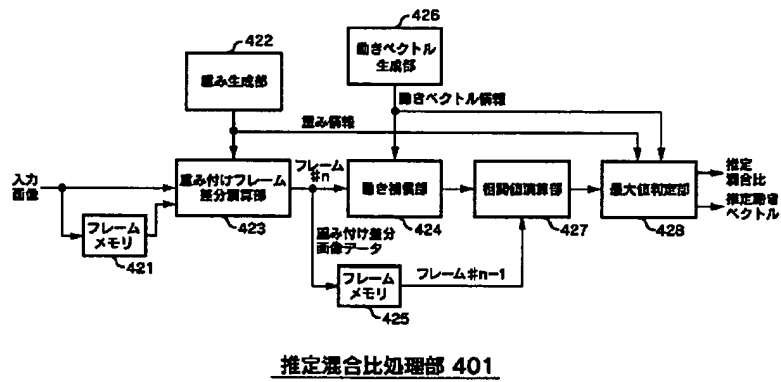


図48

【図49】

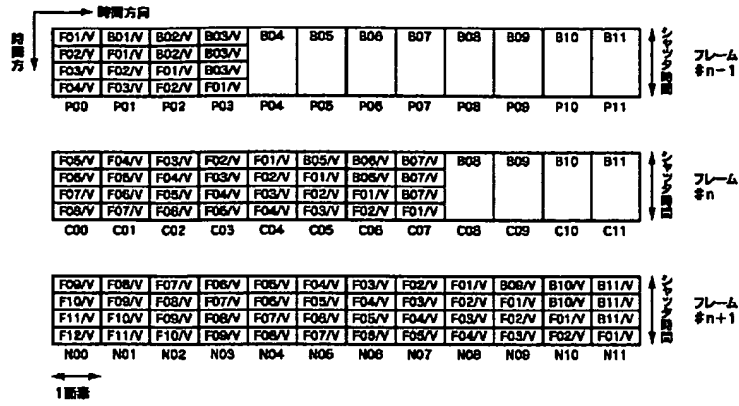


図49

【図56】

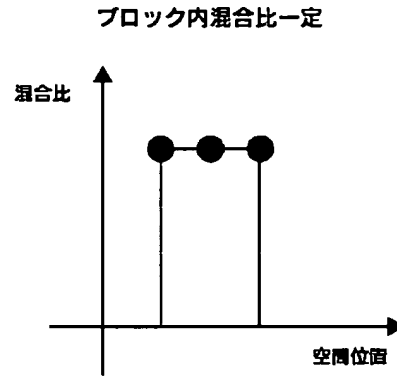


図56

【図50】

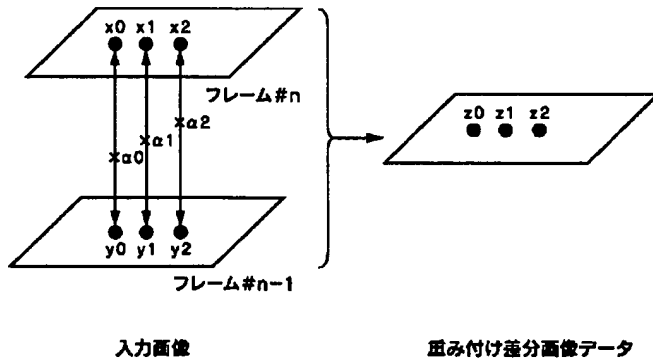


図50

【図58】

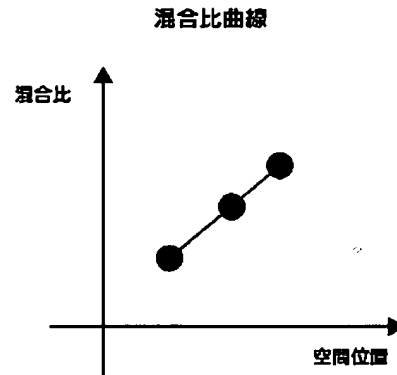


図58

【図51】

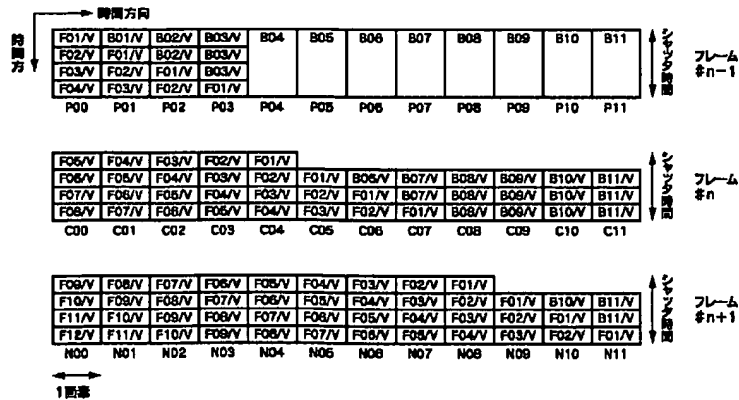


図51

【図60】

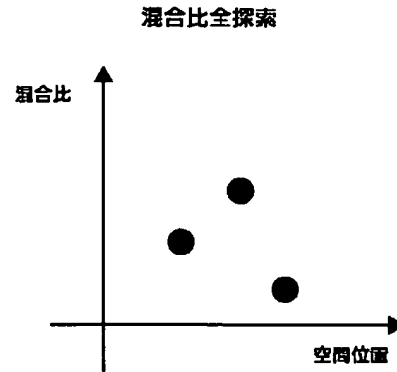


図60

【図52】

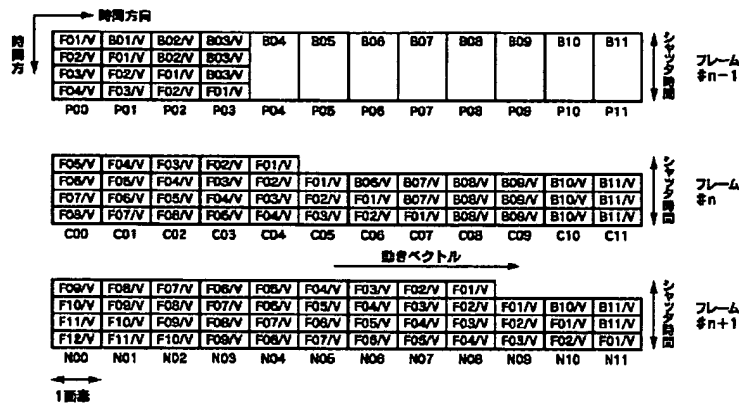


図52

【図53】

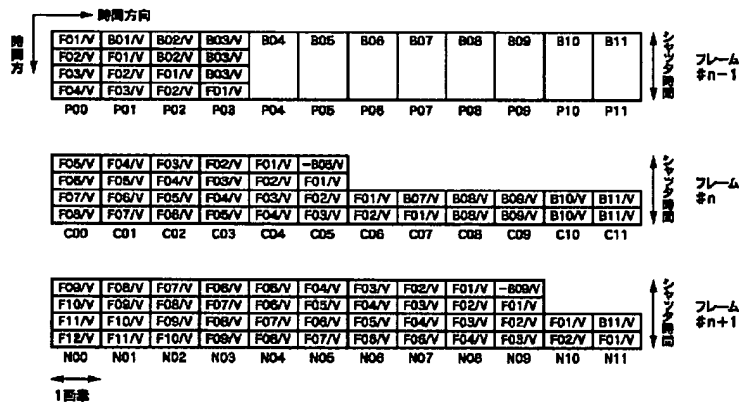


図53

【図54】

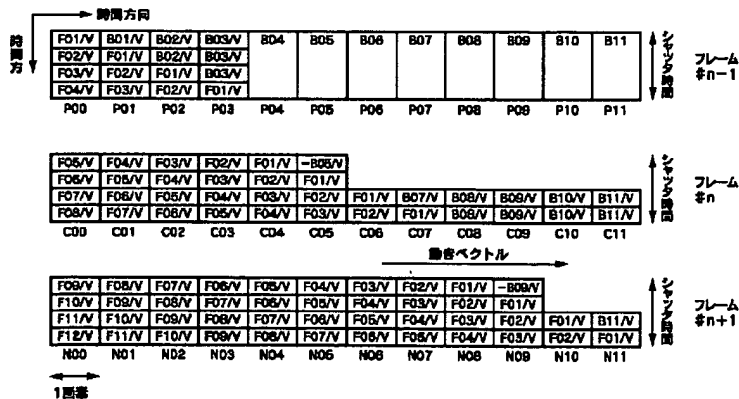


図54

【図68】

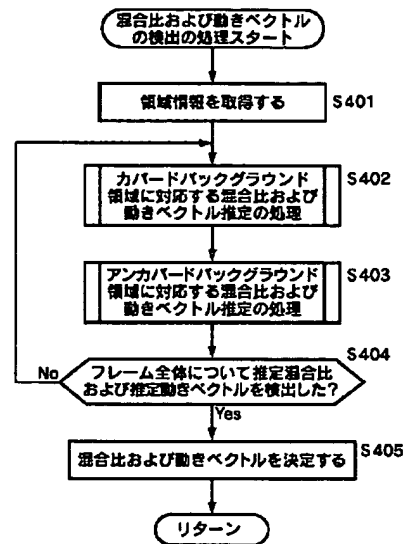


図68

【図55】

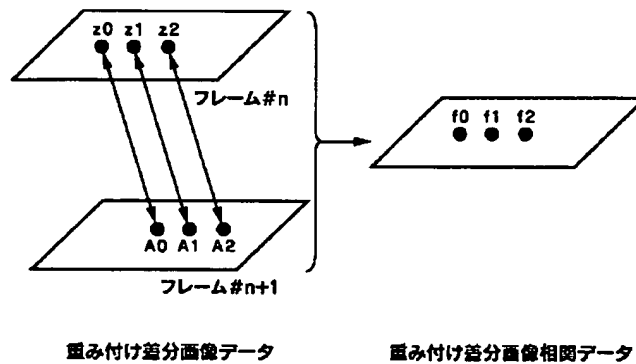


図55

【図57】

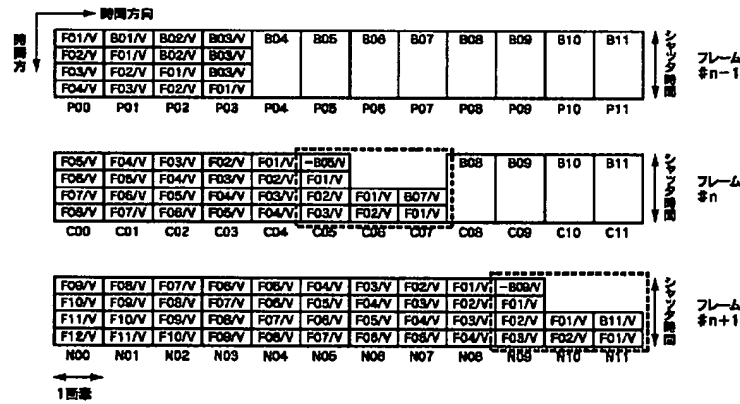


図57

【図59】

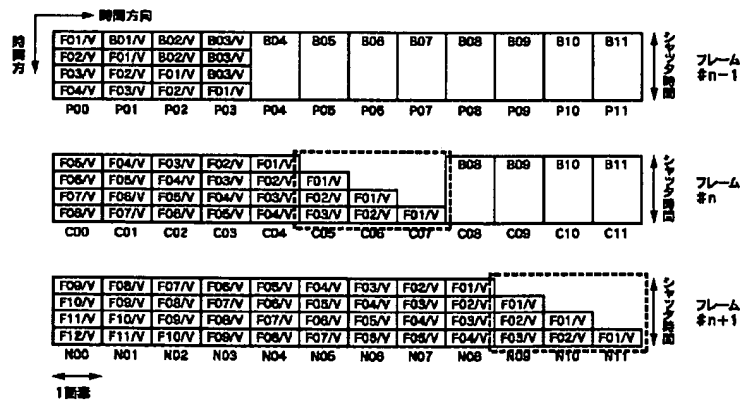


図59

【図61】

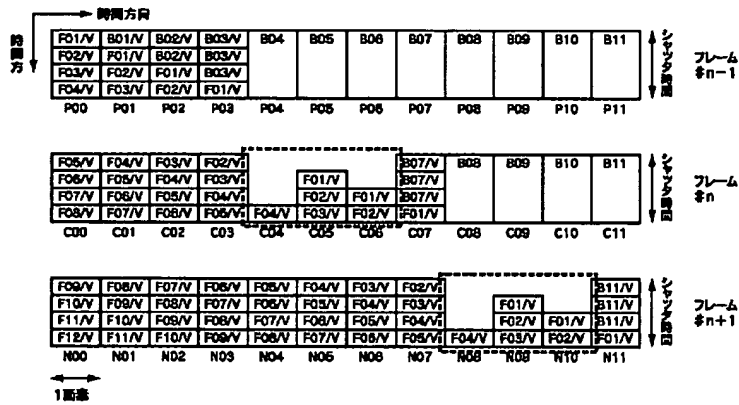


図61

【図62】

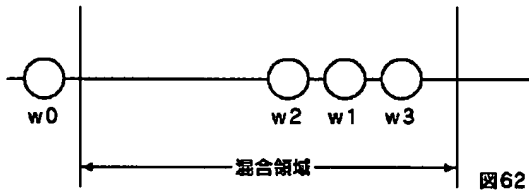


図62

【図63】

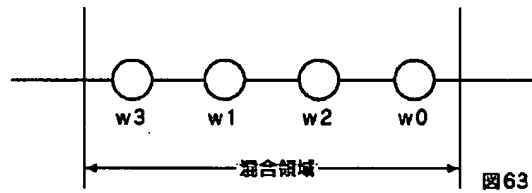


図63

【図64】

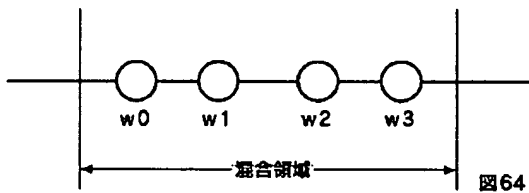


図64

【図65】

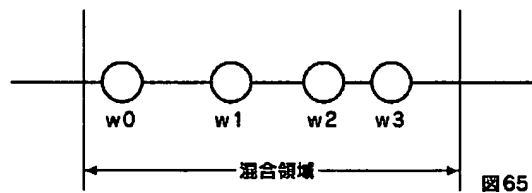


図65

【図66】

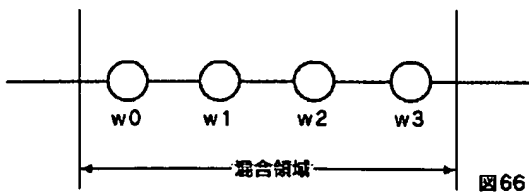
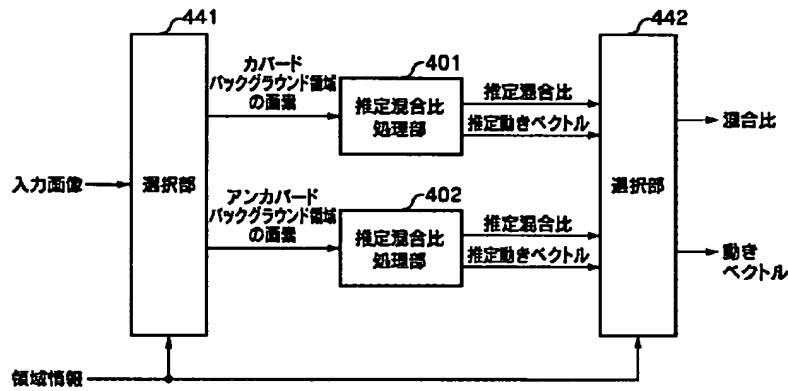


図66



【図67】



同時検出部 102

図67

【図69】

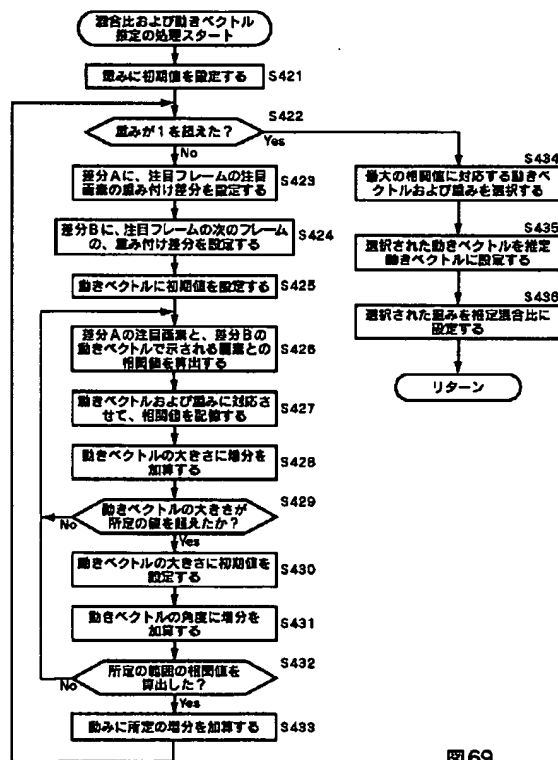


図69

【図70】

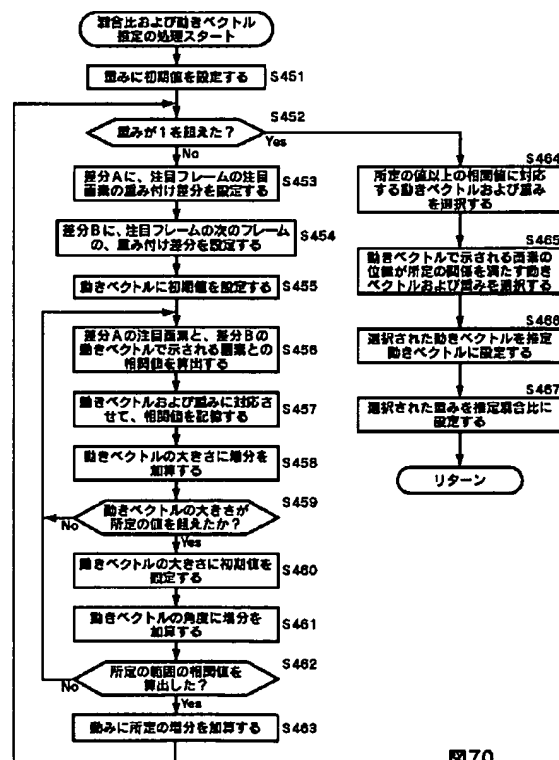


図70

【圖 8 1】



【圖 7 2】



【図76】



【図73】

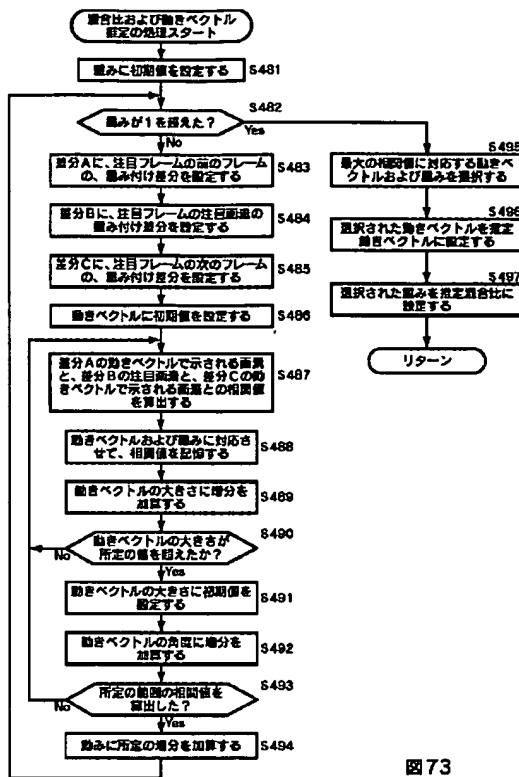


図73

【図79】

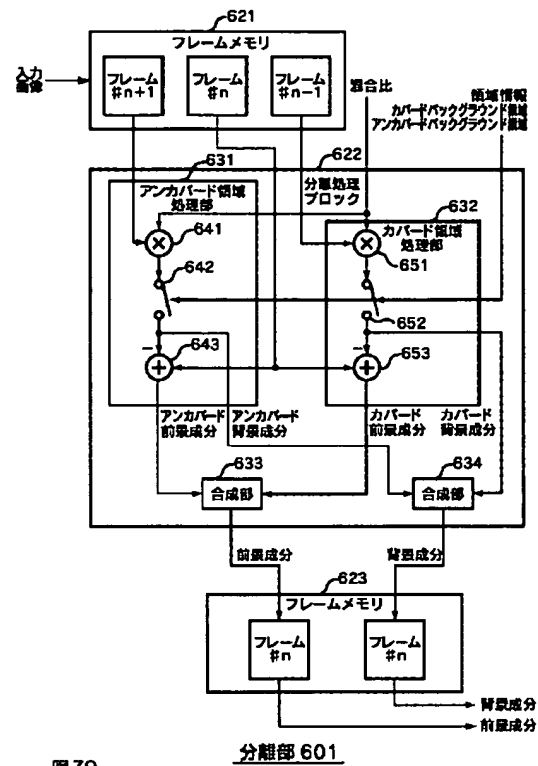
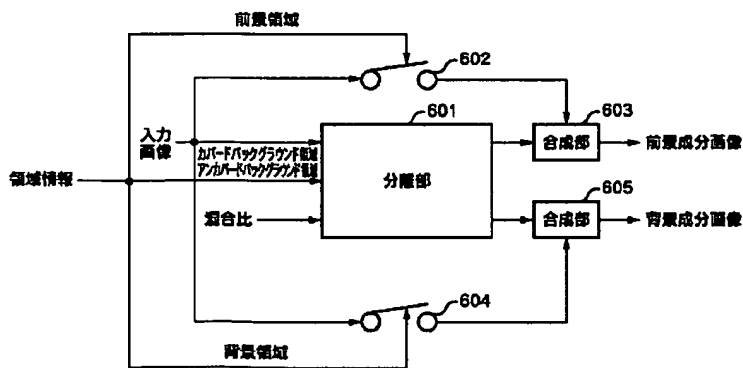


図79

分離部 601

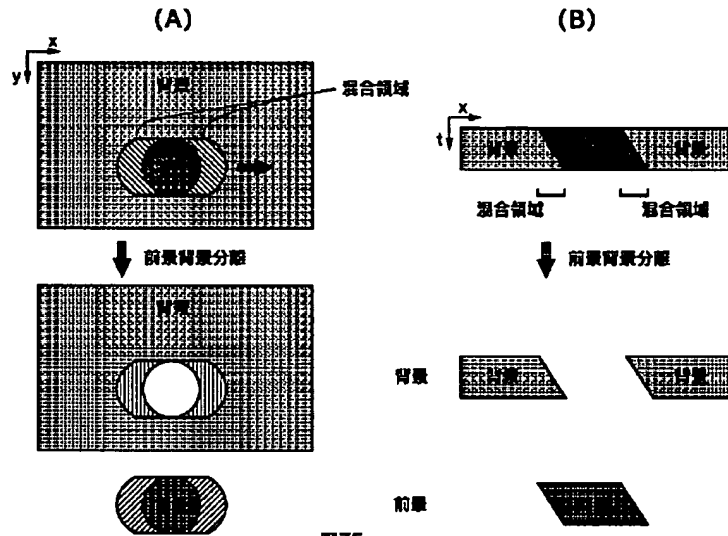
【図74】



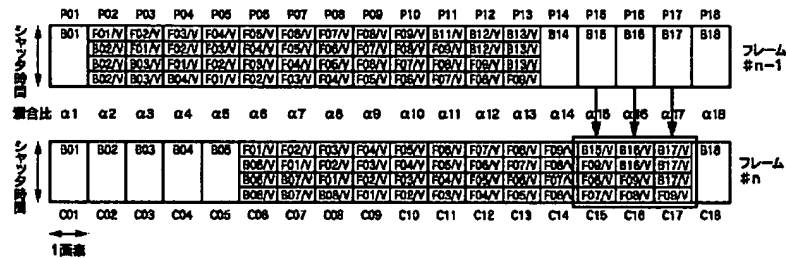
前景背景分離部 103

図74

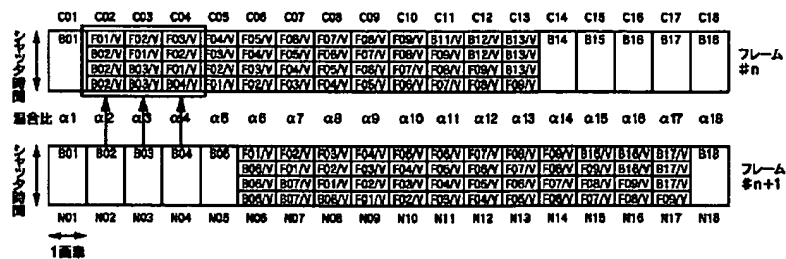
【図75】



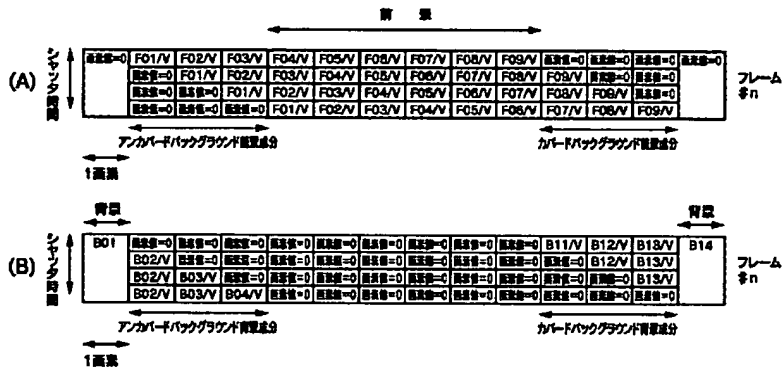
【図77】



【図78】

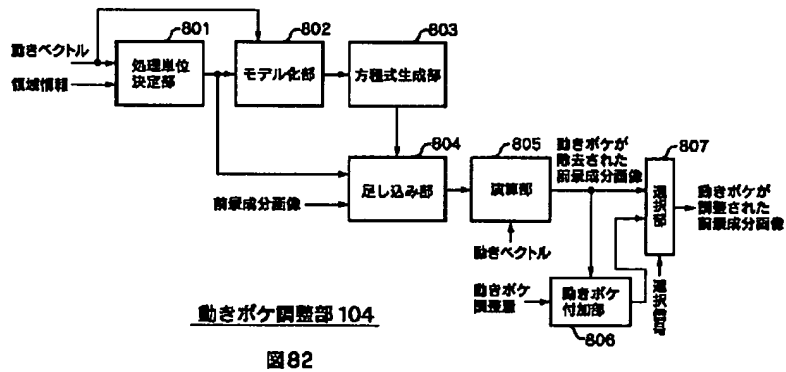


【圖 80】



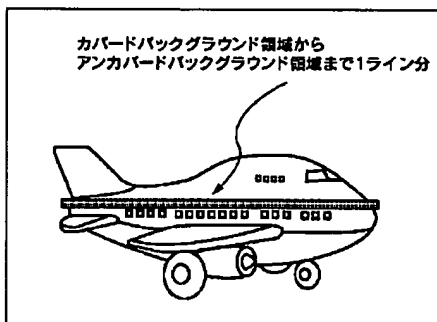
**圖 80**

【图 82】



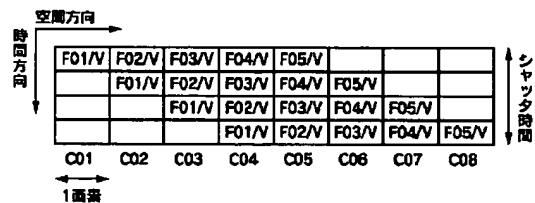
**圖 82**

【图 83】



**圖 83**

【图 87】



**图 87**

【図84】

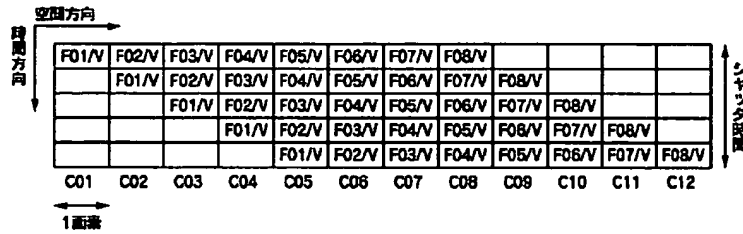


図84

【図85】

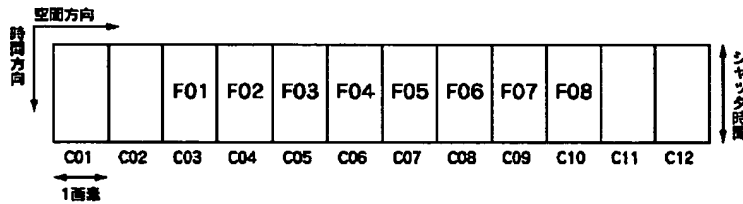


図85

【図86】

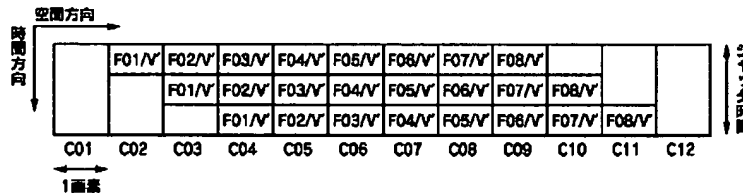
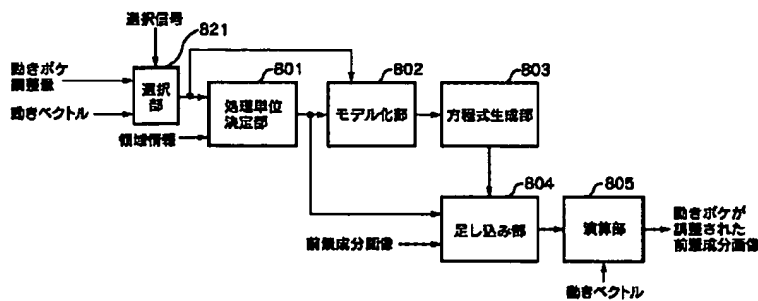


図86

【図88】



動きボケ調整部 104

図88

【図89】

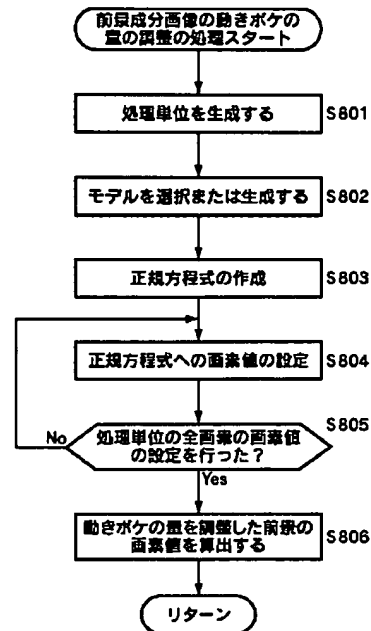


図89

【図94】

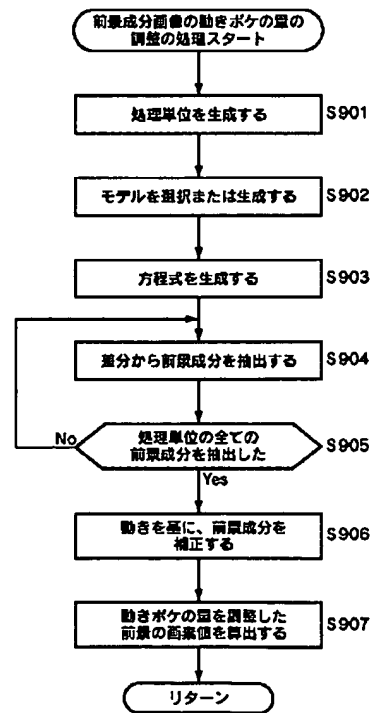


図94

【図90】

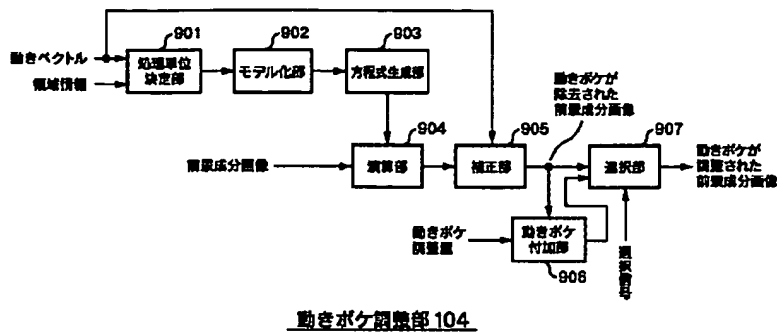


図90

【図91】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V						
	F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V					
		F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V				
			F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V			
				F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V		
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12		

図91

【図92】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V										
	F01/V	F02/V	F03/V										
		F01/V	F02/V										
			F01/V										
				F01/V									
					F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12		

図92

【図93】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V										
	F01/V	F02/V	F03/V										
		F01/V	F02/V	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08		
			F01/V										
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12		

図93

【図101】

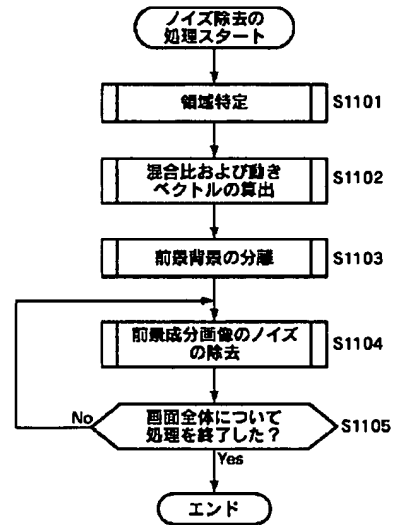


図101

【図102】

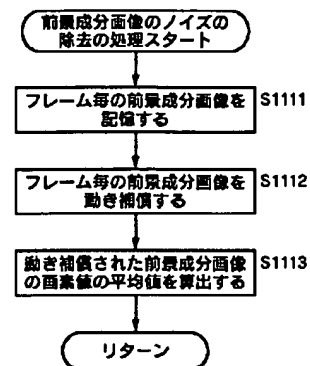


図102

【図95】

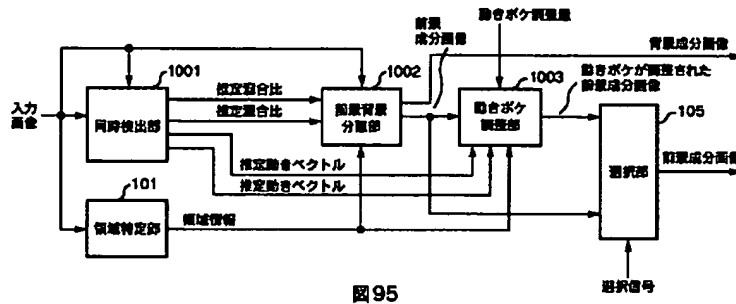
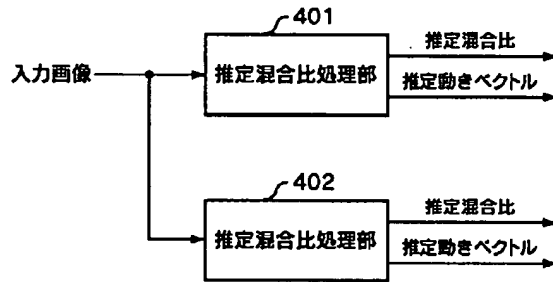


図95

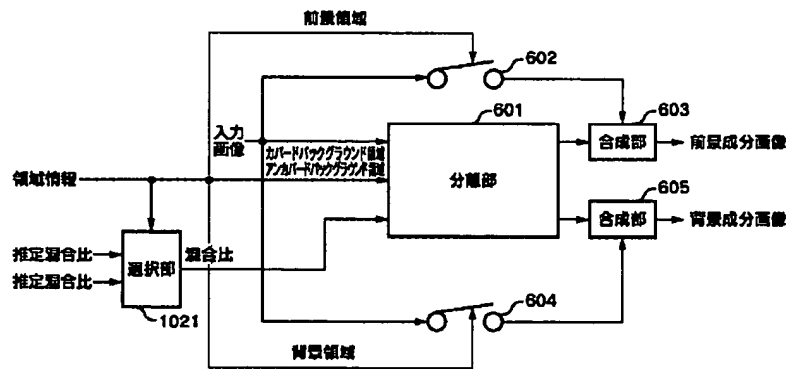
【図96】



同時検出部 1001

図96

【図97】



前景背景分離部 1002

図97



【図98】

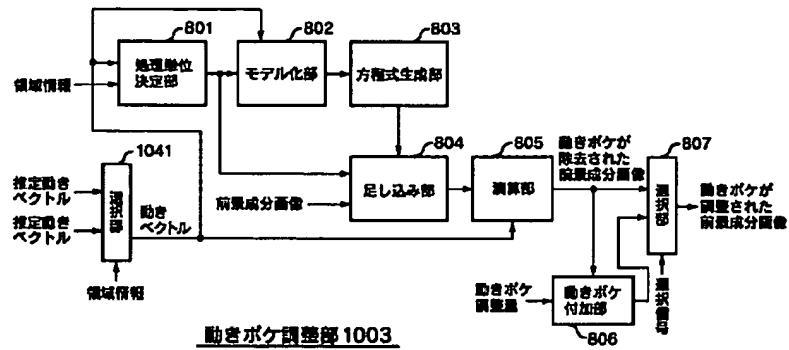


図98

【図99】

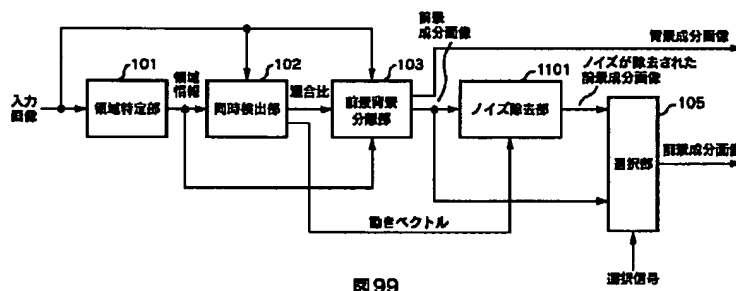


図99

【図100】

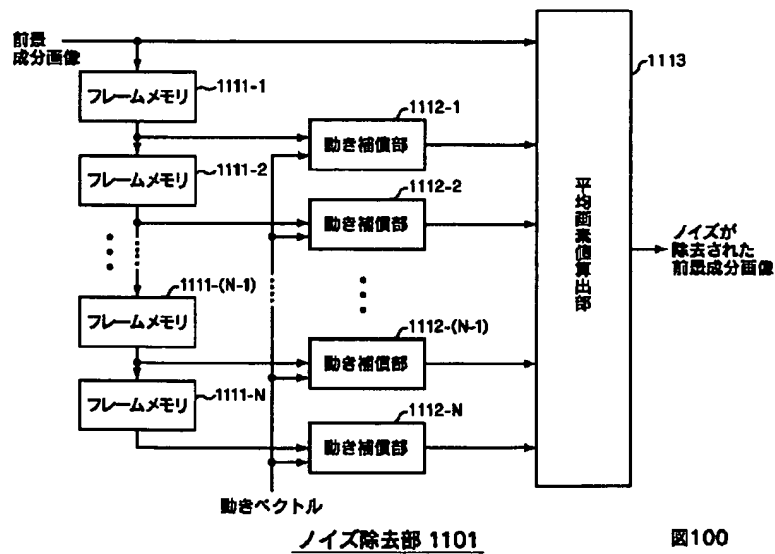


図100

フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	タームコード (参考)
H 0 4 N 7/32		H 0 4 N 7/137	Z 5 L 0 9 6
(72)発明者 沢尾 貴志 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内		F ターム (参考)	5B057 BA02 CA12 CA16 CE09 DA06 DB02 DC32 5C023 AA14 AA34 AA35 AA37 AA38 BA11 CA01 DA04 EA03
(72)発明者 永野 隆浩 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内			5C054 CA04 CC03 EF06 EH01 FC13 FE11 FE24 GA01 GA02 GA04 HA05
(72)発明者 藤原 直樹 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内			5C059 KK19 MB01 MB22 NN10 NN21 NN24 NN41 PP26 PP28 PP29 SS14 SS20 TA61 TB08 TC13 TC34 TD02 TD05 TD12 UA38 UA39
(72)発明者 三宅 徹 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内			5J064 AA01 BA13 BB03 BC01 BC14 BC27 BC29 BD03 5L096 GA08 HA04 JA11
(72)発明者 和田 成司 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**